



Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia**  
**Universidade Técnica de Lisboa**

# **DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE POLPAS REFRIGERADAS DE PÊRA ROCHA E OUTROS HORTOFRUTÍCOLAS**

**Tânia Filipa Cardoso Figueiredo**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Alimentar – Qualidade e Segurança Alimentar**

Orientador: Doutora Marta Maria Moniz Nogueira de Abreu

Co-orientador: Professora Doutora Margarida Gomes Moldão-Martins

## **Júri:**

Presidente: Doutor Vítor Manuel Delgado Alves, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Sara Maria Martins Beirão da Costa Teixeira de Barros, Professora Auxiliar Convidada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Marta Maria Moniz Nogueira de Abreu, Investigadora Auxiliar do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.;

Doutora Elsa Margarida Nunes Leal Gonçalves, Investigadora Auxiliar do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.

Lisboa, 2012

## Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração e apoio de algumas pessoas, às quais apresento o meu mais profundo agradecimento:

Em primeiro lugar, ao Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, na pessoa do Doutor Carlos Santos, pela oportunidade que me concedeu na realização deste trabalho e pelo apoio que manifestou durante a sua realização.

De uma forma muito especial, à minha orientadora, Doutora Marta Abreu, pelo seu incentivo, orientação, dedicação, exemplo de profissionalismo, incansável apoio, força, boa disposição e disponibilidade demonstrada em todas as fases deste trabalho.

À Professora Doutora Margarida Moldão-Martins pela sugestão do tema, orientação, correcções e pelo seu apoio ao longo deste trabalho. Para além disto, um agradecimento especial pelos conselhos, incentivo e disponibilidade demonstrados ao longo destes anos enquanto minha docente.

**À Engenheira Carla Alegria, que desde o primeiro dia demonstrou a sua disponibilidade no acompanhamento e orientação deste trabalho. Pela sua preciosa ajuda, visão crítica, colaboração, esclarecimento de dúvidas, sugestões, correcções, partilha de conhecimento, amizade e muita paciência em todas as fases do trabalho, o meu mais sincero obrigado.**

À Andreia Noa pela sua amizade, paciência, ternura, colaboração, ajuda, força e apoio demonstrados em todos os momentos deste trabalho e durante todo o nosso percurso académico. Sem ti todos estes anos não teriam sido a mesma coisa.

À Catarina Silva pela sua amizade, paciência, colaboração, ajuda, força e apoio prestados em todas as etapas deste trabalho

À Doutora Elsa Gonçalves e Doutor João Almeida pela colaboração nos ensaios tecnológicos, apoio, esclarecimento de dúvidas, sugestões e disponibilidade constante.

À empresa Campotec por ter facultado a matéria-prima para a realização deste trabalho.

À Unidade de Microbiologia da UITA sobre a responsabilidade da Doutora Manuela Sol e particularmente às técnicas Maria do Carmo Paulo e Ana Maria Magalhães.

À Unidade de Química Alimentar da UITA sobre a responsabilidade da Doutora Ana Partidário, e particularmente às técnicas Maria Luísa Oliveira, Gracinda Manuel, Cristina Serrano.

A todos os participantes do painel sensorial, membros e colaboradores da UITA, pelo precioso contributo para este trabalho.

A todos os meus amigos do ISA e fora dele, que me acompanharam desde o início do meu percurso académico, pela sua amizade, companheirismo e incentivo. Um agradecimento especial à Ana Sofia Cristas e Viviana Monteiro.

Aos meus pais, Maria José Figueiredo e António Cardoso, tios, avós e afilhada, pilares da minha vida, que me fizeram tornar na pessoa que sou hoje, por todo o amor, carinho, incentivo e compreensão, nos bons e maus momentos e confiança em mim depositada. Sem vocês nada disto seria possível.

Ao Eduardo, pelo amor, companheirismo, compreensão, incentivo, paciência e dedicação em todos os momentos. O teu apoio foi sem dúvida precioso.

A todos os que não foram mencionados, mas que não foram esquecidos, o meu

MUITO OBRIGADA!

## Resumo

Os padrões de consumo impulsionam a indústria hortofrutícola (HF) na diversificação de produtos onde as polpas de HF se enquadram. Este estudo objectiva o desenvolvimento de tecnologias de produção de polpas refrigeradas de pêra Rocha. As principais alterações de qualidade centram-se na alteração da cor e no desenvolvimento microbiano excessivos conducentes à rejeição sensorial do produto. A optimização de formulações de polpa de pêra com introdução de diferentes HF (maçã, ananás, beterraba, cenoura e abóbora em proporções  $\leq 50\%$ ) foi a solução técnica utilizada para promover a estabilidade oxidativa e a aceitabilidade sensorial face às características das matérias-primas em mistura. As formulações com incorporação de ananás e beterraba demonstraram maior aceitação sensorial e aumentos ( $p < 0,05$ ) na composição bioactiva face à polpa 100% pêra. Nas polpas com beterraba, o potencial de conservação e aceitação sensorial foram melhorados pela adição de morango e sumo de limão. Nas formulações optimizadas,  $F_1$  (50% ananás) e  $F_2$  (4% beterraba:30% morango:1,5% sumo de limão), os efeitos da pasteurização e da armazenagem (5 °C) revelaram-se importantes para a prevenção efectiva das oxidações e desenvolvimento microbiano durante 30 dias. As polpas resultantes apresentaram ainda níveis de aceitação sensorial e de composição bioactiva superiores às de polpa 100% pêra Rocha.

**Palavras-chave:** polpas de hortofrutícolas; pêra Rocha; refrigeração; formulação; oxidação enzimática; qualidade.

## Abstract

Consumer patterns lead the fruit and vegetable (F&V) industry to diversify processed products in which F&V pulps are included. This study aimed to develop technological strategies to the production of refrigerated Rocha pear pulps. The main quality changes leading to products rejection are rapid and excessive colour changes and microbial outgrowth. Optimization of pear pulp mixes with different F&V (apple, pineapple, beetroot, carrot and pumpkin up to 50%) was one of the technical solutions used to promote the oxidative stability and sensorial acceptance in regard to the raw material characteristics used in the mix. Pulp formulations in which pineapple and beetroot were used had higher sensorial scores and bioactive contents ( $p<0,05$ ) than the 100% pear pulps. The shelf-stability and sensory acceptance of the pear:beetroot pulp were further increased by the incorporation of strawberry and lemon juice. In the optimized pulp formulations,  $F_1$  (50% pineapple) e  $F_2$  (4% beetroot:30% strawberry:1,5% lemon juice), the effects of pasteurization and refrigerated storage (5 °C) proved to be of utmost importance to the prevention of oxidative reactions and microbial control during a 30-day period. The obtained pulps also revealed high sensory acceptance levels and increased bioactive value in regard to 100% Rocha pear pulps.

**Keywords:** fruit and vegetable pulps; Rocha pear; refrigeration; formulation; enzymatic oxidation; quality.

## Extended Abstract

The development of Rocha pear refrigerated pulps aims to use a Portuguese unique fruit which has protected designation and origin (PDO) increasing its commercial marketability and value. This study envisions the development of chemical-free Rocha pear pulp formulations with fresh-like characteristics, enzymatically- and microbiologically-stable and with increased bioactivity. Fresh-like quality of pear pulps is rapidly loss due to enzymatic browning which is promoted during processing (cut/crush operations). To prevent this quality loss, there is the need to stabilize the pulps while increasing its sensorial acceptability and bioactive value. To achieve these goals the use of different fruits and vegetables mixes: apple, pineapple, beetroot, carrot and pumpkin, in the pear pulp adds additional preservation hurdles namely by increasing pulps acidity and antioxidant capacity.

After the optimization of the pulp formulations, only two achieved the above mentioned criteria, using pineapple (pulp F<sub>1</sub>) and beetroot (pulp F<sub>2</sub>). The remaining formulations had several drawbacks: The use of apple in the pulp mixes promoted fast enzymatic browning due to its high phenolic content leading to product rejection; Sensory-wise, the incorporation of carrot and pumpkin lead to significant changes in the pulps flavour, namely by insufficient sweetness, causing also their rejection. Besides, the use of two pumpkin varieties introduced significant changes in the colour perception of the resulting pulps.

From the selected pulps, the pear:beetroot pulp was further optimized in order to increase its respective sensory acceptability by using strawberry and lemon juice. The introduction of strawberry increased the aromatic fraction of the resulting pulp achieving higher sensorial scores. The addition of lemon juice to the pulp mix resulted in a significant reduction of the pH value ( $\approx 3,5$ ) which has a known effect of promoting products shelf-stability.

The effects of pasteurization and refrigerated storage (5 °C) were also evaluated on the quality of the F<sub>1</sub> (50% pineapple) and F<sub>2</sub> (4% beetroot:30% strawberry:1,5% lemon juice) pulps. The used time-temperature binomials were of 95 °C/10 min and 90 °C/10 min for F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub>, respectively. These pasteurization conditions were most favourable to achieve the desired enzymatic inhibition ( $\approx 99\%$ ) which prevented pulps oxidation, to significantly reduce the initial microbial load and to increase the bioactive content of both pulps. During the 30-day storage

period (5 °C), F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> pulps had mesophilic counts well within acceptable limits (2 x 10<sup>3</sup> CFU/g) and high sensorial quality leading to a shelf-life of at least 30 days.

The proposed technology, pasteurized mixes of pear:pineapple and pear:beetroot:strawberry:lemon juice, allowed the development of a high quality novel product with increased bioactivity. The industrial production of refrigerated Rocha pear pulps, according to the described methodology, also allows to find alternative channels to fruits surplus production and to diversify the offer of processed fruits and vegetables without the use of synthetic additives.

**Keywords:** fruit and vegetable pulps; Rocha pear; refrigeration; formulation; enzymatic oxidation; quality.

# Índice Geral

Agradecimentos .....	i
Resumo.....	iii
Abstract .....	iv
Extended Abstract.....	v
Índice Geral .....	vii
Índice de Quadros .....	x
Índice de Figuras .....	xii
Lista de Abreviaturas.....	xv
Enquadramento Teórico .....	1
1    Introdução .....	1
2    Pêra Rocha .....	3
2.1    Origem e aspectos botânicos .....	3
2.2    Produção.....	3
2.3    Composição e interesse nutricional.....	4
3    Composição bioactiva dos hortofrutícolas .....	5
3.1    Compostos fenólicos.....	5
3.2    Carotenóides .....	6
3.3    Ácido ascórbico .....	7
4    Polpas hortofrutícolas.....	8
4.1    Processamento tecnológico .....	10
4.2    Qualidade do produto.....	12
4.3    Vias de degradação da qualidade do produto .....	13
4.3.1    De natureza enzimática .....	13
4.3.2    De natureza microbiana.....	16
4.4    Métodos de conservação de polpas .....	17
4.4.1    Refrigeração.....	17
4.4.2    Congelação.....	18
4.4.3    Pasteurização .....	19
4.4.4    Incorporação de aditivos alimentares .....	20
Desenvolvimento Experimental .....	21
1    Objectivos .....	22



2	Materiais e Métodos.....	23
2.1	Matérias-primas .....	23
2.2	Procedimentos tecnológicos .....	23
2.2.1	Processamento de polpas .....	23
2.2.2	Pasteurização .....	25
2.3	Métodos analíticos .....	25
2.3.1	pH.....	25
2.3.2	Teor de Sólidos Solúveis .....	25
2.3.3	Conteúdo Fenólico Total.....	26
2.3.4	Actividade Enzimática da Peroxidase.....	26
2.3.5	Cor CIELab.....	27
2.3.6	Índice de Consistência e Índice de Escoamento .....	29
2.3.7	Microrganismos Totais a 30°C.....	29
2.3.8	Análise Sensorial .....	29
2.3.9	Análise Centesimal .....	30
2.4	Métodos Estatísticos .....	30
3	Desenvolvimento e optimização de polpas de hortofrutícolas.....	31
3.1	Seleção de HF e respectiva proporção na mistura .....	31
3.1.1	Objectivo.....	31
3.1.2	Delineamento experimental.....	31
3.1.3	Resultados e discussão .....	33
3.1.4	Considerações intercalares .....	37
3.2	Avaliação da estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial das polpas seleccionadas – após processamento e durante a armazenagem (5 °C) .....	38
3.2.1	Objectivo.....	38
3.2.2	Delineamento experimental.....	38
3.2.3	Resultados e discussão da Fase I .....	39
3.2.3.1	Cor CIELab .....	39
3.2.4	Resultados e discussão da Fase II .....	44
3.2.4.1	Cor CIELab .....	44
3.2.4.2	pH e TSS .....	45
3.2.4.3	Conteúdo Fenólico Total .....	47
3.2.4.4	Índice de Consistência e Índice de Escoamento .....	48

3.2.4.5	Microrganismos Totais a 30°C .....	49
3.2.4.6	Avaliação Sensorial .....	50
3.2.5	Considerações intercalares .....	51
3.3	Optimização das polpas seleccionadas .....	52
3.3.1	Objectivo.....	52
3.3.2	Delineamento experimental.....	52
3.3.3	Resultados e discussão .....	54
3.3.3.1	Efeito da adição de sumo de limão .....	54
3.3.3.2	Efeito da incorporação de morango .....	56
3.3.4	Considerações intercalares .....	56
4	Avaliação da estabilidade das polpas seleccionadas durante a armazenagem em refrigeração (5 °C) .....	57
4.1	Objectivo.....	57
4.2	Delineamento Experimental.....	57
4.3	Resultados e discussão .....	58
4.3.1	pH, TSS e CFT.....	58
4.3.2	Actividade enzimática da POD.....	62
4.3.3	COR CIELab.....	63
4.3.3.1	Tonalidade °h .....	63
4.3.3.2	WI .....	65
4.3.4	Índice de Consistência e Índice de Escoamento .....	65
4.3.5	Microrganismos Totais 30 °C.....	66
4.3.6	Análise Sensorial .....	67
4.3.7	Análise Centesimal .....	68
4.4	Conclusão.....	69
	Conclusões Gerais .....	70
	Referências Bibliográficas.....	73
	Anexos.....	I

## Índice de Quadros

Quadro 1	Composição média da pêra Rocha. Valores expressos por 100 g de parte comestível. ....	4
Quadro 2	Classificação do nível de esbranquiçamento (WI).....	28
Quadro 3	Classificação do grau de diferenças pelo valor de TCD. ....	29
Quadro 4	Métodos analíticos aplicados a cada parâmetro de análise centesimal. ....	30
Quadro 5	Formulações das polpas em estudo com identificação da natureza e quantidade de cada HF em mistura. ....	32
Quadro 6	Registos fotográficos e respectiva tonalidade, °h (média ± DP) das 9 polpas seleccionadas. ....	37
Quadro 7	Formulações das 9 polpas em estudo com identificação da natureza e percentagem de cada HF em mistura. ....	39
Quadro 8	Valores médios (± DP) da avaliação sensorial das polpas após 7 dias de armazenagem. ....	50
Quadro 9	Formulações de polpas em estudo com identificação da natureza e percentagem de cada HF em mistura – Variantes às formulações de ananás e beterraba. ....	53
Quadro 10	Classificações médias dos atributos (cor, sabor e apreciação global) das polpas de ananás e beterraba logo após processamento e ao fim de 30 minutos. ....	55
Quadro 11	Ficha técnica das duas polpas seleccionadas F <sub>1</sub> e F <sub>2</sub> . ....	56
Quadro 12	Factores (F), respectivos níveis (n) e identificação. ....	57
Quadro 13	TSS médios e desvios padrão avaliados nas amostras F <sub>1</sub> , com e sem pasteurização (P e NP) e respectivo controlo B <sub>1</sub> ao longo do período de armazenagem (5 °C)...	60
Quadro 14	TSS médios e desvios padrão avaliados nas amostras F <sub>2</sub> , com e sem pasteurização (P e NP) e respectivo controlo B <sub>2</sub> ao longo do período de armazenagem (5 °C)...	60
Quadro 15	Valores médios de tonalidade °h (± DP) avaliados nas amostras F1, com e sem pasteurização (P e NP) e respectivo controlo B <sub>1</sub> ao longo da armazenagem (5 °C) e correspondentes registos fotográficos. ....	63
Quadro 16	Valores médios de tonalidade °h (±DP) avaliados nas amostras F2, com e sem pasteurização (P e NP) e respectivo controlo B <sub>2</sub> ao longo da armazenagem (5 °C) e correspondentes registos fotográficos. ....	64

Quadro 17	Classificações médias ( $\pm DP$ ) dos atributos cor, sabor e cheiro nas amostras $F_1$ , com e sem pasteurização ( $P$ e $NP$ ) e respectivo controlo $B_1$ ao longo da armazenagem (5 °C).....	67
Quadro 18	Classificações médias ( $\pm DP$ ) dos atributos cor, sabor e cheiro nas amostras $F_2$ , com e sem pasteurização ( $P$ e $NP$ ) e respectivo controlo $B_2$ ao longo da armazenagem (5 °C).....	67
Quadro 19	Resultado da análise centesimal realizada às polpas $F_1$ e $F_2$ .....	68

## Índice de Figuras

Figura 1	Estruturas químicas de alguns compostos fenólicos.....	6
Figura 2	Estrutura química de alguns carotenóides. ....	7
Figura 3	Estrutura química do ácido ascórbico. ....	8
Figura 4	Diagrama geral de fabrico de polpas de HF e planta exemplificativa de uma unidade industrial destes produtos.....	10
Figura 5	Esquema representativo da reacção de oxidação dos fenóis pela PPO.....	14
Figura 6	Esquema representativo da reacção de oxidação pela POD.....	15
Figura 7	Representação esquemática da acção da pectinametilesterase e da poligalacturonase.....	15
Figura 8	Diagrama geral de processamento das polpas HF em estudo. ....	24
Figura 9	Tonalidade de cor correspondente ao ângulo °h (0 – 360°).....	28
Figura 10	Apreciação global (média ± DP) das 20 polpas testadas.....	33
Figura 11	Conteúdo fenólico total (mg EAC/100 g) (médias ± DP) das 20 polpas testadas .....	34
Figura 12	Valores de pH (média ± DP) das 9 polpas seleccionadas (H <sub>1</sub> verdadeira). ....	35
Figura 13	Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) (média ± DP) das 9 polpas seleccionadas (H <sub>1</sub> verdadeira). ....	36
Figura 14	Evolução dos valores médios do parâmetro TCD nas amostras P, P:M <sub>1</sub> , P:M <sub>2</sub> e P:M <sub>3</sub> ao longo de 30 min (TA). ....	40
Figura 15	Evolução dos valores médios do parâmetro WI nas amostras P, P:M <sub>1</sub> , P:M <sub>2</sub> e P:M <sub>3</sub> ao longo de 30 min (TA). ....	40
Figura 16	Evolução dos valores médios do parâmetro TCD nas amostras P, P:M:C <sub>2</sub> e P:M:C <sub>3</sub> ao longo de 30 min (TA). ....	41
Figura 17	Evolução dos valores médios do parâmetro WI nas amostras P, P:M:C <sub>2</sub> e P:M:C <sub>3</sub> ao longo de 30 min (TA). ....	41
Figura 18	Evolução dos valores médios do parâmetro TCD nas amostras P, P:M:A <sub>3</sub> e P:A ao longo de 30 min (TA). ....	42

Figura 19	Evolução dos valores médios do parâmetro WI nas amostras P, P:M:A <sub>3</sub> e P:A ao longo de 30 min (TA). ....	42
Figura 20	Evolução dos valores médios do parâmetro TCD nas amostras P e P:M:B <sub>2</sub> ao longo de 30 min (TA). ....	42
Figura 21	Evolução dos valores médios do parâmetro WI nas amostras P e P:M:B <sub>2</sub> ao longo de 30 min (TA). ....	42
Figura 22	Evolução dos valores médios do parâmetro TCD nas amostras P, P:M:Ab <sub>1</sub> , P:M:Ab <sub>2</sub> , P:M:Ab <sub>3</sub> e P:Ab ao longo de 30 min (TA). ....	43
Figura 23	Evolução dos valores médios do parâmetro WI nas amostras P, P:M:Ab <sub>1</sub> , P:M:Ab <sub>2</sub> , P:M:Ab <sub>3</sub> e P:Ab ao longo de 30 min (TA). ....	43
Figura 24	Valores médios do índice de esbranquiçamento (WI), das polpas seleccionadas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5 °C. ....	44
Figura 25	Valores médios de pH das polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5°C.....	45
Figura 26	Valores médios do conteúdo de sólidos solúveis das polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5°C.....	47
Figura 27	Valores médios do conteúdo fenólico total das polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5 °C. ....	47
Figura 28	Valores médios do índice de consistência (k) das polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5°C. ....	48
Figura 29	Valores médios do índice de escoamento (n) das polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5°C. ....	48
Figura 30	Valores médios para a contagem de microrganismos aeróbios a 30°C nas polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5°C. ....	49
Figura 31	Valores médios do WI das polpas com ananás após processamento e ao final de 30 min.....	54
Figura 32	Valores médios do WI das polpas com beterraba após processamento e ao final de 30 min. ....	54
Figura 33	Valores médios de pH das polpas de ananás após processamento. ....	54
Figura 34	Valores médios de pH das polpas de beterraba após processamento. ....	54

Figura 35	Valores médios de pH avaliados nas amostras F1 (a) e F2 (b), com e sem pasteurização ( <i>P</i> e <i>NP</i> ) e, nas amostras controlos B1 e B2, ao longo do período de armazenagem (5 °C). ....	59
Figura 36	Valores de CFT (mg EAC/100g) avaliados nas amostras F <sub>1</sub> (a) e F <sub>2</sub> (b), com e sem pasteurização ( <i>P</i> e <i>NP</i> ) e, nas amostras controlos B <sub>1</sub> e B <sub>2</sub> , ao longo do período de armazenagem (5 °C). ....	61
Figura 37	Valores de actividade POD (U/ml) médios nas amostras F <sub>1</sub> (a) e F <sub>2</sub> (b), com e sem pasteurização ( <i>P</i> e <i>NP</i> ) e nas amostras controlos B <sub>1</sub> e B <sub>2</sub> , ao longo do período de armazenagem (5 °C). ....	62
Figura 38	Contagens médias de microrganismos a 30 °C nas amostras F <sub>1</sub> (a) e F <sub>2</sub> (b), com e sem pasteurização ( <i>P</i> e <i>NP</i> ) e, nas amostras controlos B <sub>1</sub> e B <sub>2</sub> , ao longo do período de armazenagem (5 °C). ....	66

## Lista de Abreviaturas

A – Ananás

Ab – Abóbora

ANP – Associação Nacional de Produtores de  
Pêra Rocha

APED – Associação Portuguesa de Empresas  
de Distribuição

B – Beterraba

C – Cenoura

ca – cerca (*circa*)

CF – Compostos fenólicos

cf. – Conferir

CFT – Conteúdo fenólico total

DOP – Denominação de Origem Protegida

DP – Desvio padrão

eg. – Em geral

Eq. – Equação

FAO – Food and Agricultural Organization

FIPA – Federação das Indústrias Portuguesas  
Agro-alimentares

HF – hortofrutícolas

Id.\_Am. – Identificação de amostras

Id.\_Amostras – Identificação de amostras

k – Índice de consistência

L – Sumo de limão

M - Maçã

Micro 30 °C – Microrganismos aeróbios a  
30 °C

Mo – Morango

NMP – Número mais provável

n – Índice de escoamento

NP – Amostra não pasteurizada

P – Amostra pasteurizada

PME – Enzima pectina metilesterase (PME,  
EC 3.1.1.11)

POD – Enzima peroxidase (POD, EC 1.11.1.7)

PPO – Enzima polifenoloxidase (PPO,  
EC 1.10.3.1)

PVU – Período de vida útil

rpm – Rotações por minuto

TA – Temperatura ambiente

TCD – Diferença total de cor (*total colour  
difference*)

TSS – Teor em sólidos solúveis

UFC – Unidades formadoras de colónias

WI – Índice de esbranquiçamento (*Whiteness  
Index*)



## Enquadramento Teórico

---

# 1 Introdução

A história da alimentação humana reflecte uma preocupação constante na busca e produção de alimentos diversificados, bem como no aperfeiçoamento de métodos de conservação. Com a evolução da civilização, o acto de comer deixou de ser uma mera ingestão calórica como garantia de actividade metabólica do nosso organismo, tendo os alimentos adquirido novas valências de carácter social e cultural, expressando aspectos lúdicos (prazer gastronómico), etnográficos e hedónicos (alimentos com efeitos psicológicos). Na actualidade, os avanços significativos alcançados na tecnologia alimentar permitem oferecer ao consumidor alimentos variados, sensorialmente apetecíveis e de elevado valor nutritivo e funcional.

O grande incremento na oferta de produtos hortofrutícolas (HF) com o aparecimento da cadeia de frio é exemplificativo desta evolução, uma vez que no passado, estes produtos caracterizavam-se por grandes dificuldades de distribuição de acordo com a elevada perecibilidade e características de sazonalidade. O desenvolvimento de instalações e transportes frigoríficos, o aparecimento de culturas de estufa, as evoluções tecnológicas das explorações agrícolas e a globalização de mercados, aliados à melhoria do poder de compra e crescente consciencialização dos benefícios no consumo de HF, contribuíram assim para o aumento bastante significativo da oferta destes produtos aos vários sectores da população.

Os consumidores são cada vez mais exigentes, dando ainda preferência a produtos alimentares que contenham teores reduzidos de aditivos. Por outro lado a crescente preocupação com a saúde intensifica a procura por alimentos funcionais. Estas motivações têm orientado a indústria alimentar no sentido do fabrico de produtos saudáveis, nutricionalmente equilibrados e convenientes - de fácil transporte, preparação e consumo.

As polpas de HF são produtos constituídos pela parte comestível dos mesmos, com ou sem casca, sem sementes, que podem apresentar pedaços (cortados ou em rodelas) ou serem esmagados e cuja estabilidade é assegurada pela cadeia de frio (refrigeração ou congelação). A tecnologia de fabrico de polpas de HF, em particular de polpas de frutas, apresenta um grande desenvolvimento no Brasil, sendo este o maior produtor mundial. De acordo com as motivações de consumo anteriormente caracterizadas, Portugal regista igualmente um interesse crescente para este tipo de produtos, disponíveis principalmente no mercado de importação. Esta realidade justifica o interesse na produção nacional e a aposta na investigação e implementação de tecnologias de fabrico adequadas.

No processamento de HF em polpas, a manutenção da qualidade em fresco das matérias-primas é crítica a partir do momento em que se compromete a integridade dos tecidos vegetais e se misturam os conteúdos celulares, nomeadamente após as operações de descasque, corte e trituração. A consequente mistura dos conteúdos celulares põe em contacto enzimas e substratos estimulando uma diversidade de reacções de oxidação enzimática responsáveis pela deterioração da qualidade, tais como o escurecimento das polpas. Este tipo de reacções promove igualmente o consumo de compostos fitoquímicos (eg. fenólicos e vitaminas) diminuindo o valor funcional do produto. Acresce que como não se prevê a aplicação de qualquer tratamento que contribua para a inactivação microbiana significativa da matéria-prima, a deterioração microbiológica é igualmente estimulada a partir do momento em que se disponibilizam os substratos celulares. Como forma de prevenir as reacções de deterioração da qualidade em fresco, a aplicação de calor através da implementação de tratamentos de pasteurização e o controlo químico através da adição de agentes antioxidantes e antimicrobianos, constituem abordagens tecnológicas vulgares no fabrico destes produtos.

O objectivo deste estudo centrou-se no desenvolvimento tecnológico de polpas de HF refrigeradas tendo como fruto base, a pêra Rocha (mínimo de 50 %), no âmbito da inovação de produto – polpas com características sensoriais próximas do estado em fresco e de elevada bioactividade, sem recurso à utilização de aditivos químicos de síntese. Esta abordagem cria uma mais-valia à utilização deste fruto de denominação de origem protegida (DOP) enquanto constitui um recurso para os excedentes de produção não comercializados no mercado em fresco. A optimização da formulação das misturas de pêra Rocha com outros HF constitui a principal estratégia de conservação em estudo, em prol da estabilidade oxidativa e microbiológica, bem como da maximização da bioactividade do produto, em associação a tratamentos de pasteurização após embalagem. A optimização das formulações baseia-se na selecção das características intrínsecas das matérias-primas em mistura com a pêra, que introduzam factores de conservação nas polpas, nomeadamente no aumento de acidez, no teor de compostos antioxidantes e agentes antimicrobianos. Esta optimização pretende ainda garantir e / ou elevar a aceitação sensorial das polpas de HF.

As actividades experimentais foram desenvolvidas no âmbito do projecto QREN/CONVIT09: Polpas de frutos e hortícolas de elevada bio-actividade e conveniência (INRB – Pólo do Lumiar).

## 2 Pêra Rocha

### 2.1 Origem e aspectos botânicos

A pêra Rocha (*Pyrus communis* L. variedade “Rocha”) é o fruto de uma árvore pertencente à família *Rosaceae*. Segundo consta, esta variedade teve a sua origem numa árvore obtida por semente ocasional, em Sintra, há *ca* de 175 anos (1836) e devido às suas características sensoriais e poder de conservação, difundiu-se por toda a região do Ribatejo e Oeste (ANP, 2012).

É um fruto partenocárpico, com ligeira carepa típica dispersa pela pele. A sua forma é predominantemente oblonga, periforme, ovada, de cor amarela clara, com pigmentação homogénea, por vezes com uma mancha rósea do lado do sol e com carepa típica unida na base e dispersando-se por toda a superfície. Apresenta polpa branca, macia, fundente, granulosa, doce, não ácida, muito succulenta e de perfume ligeiramente acentuado. (ANP, 2012)

### 2.2 Produção

A pêra Rocha é uma variedade de qualidade reconhecida, tendo registo de Denominação de Origem Protegida (DOP). A zona centro do país é a região que maior importância assume na produção deste fruto, representando *ca* de 95% da produção nacional (ANP, 2012). Os factores edafo-climáticos e a experiência dos produtores da região são condições determinantes para a obtenção deste fruto com as qualidades organolépticas que o distinguem.

A época de colheita inicia-se em meados de Agosto, prolongando-se até ao final de Setembro. Graças à elevada resistência ao manuseamento e capacidade de conservação pós-colheita, a sua comercialização pode prolongar-se até Abril – Maio, desde que as pêras sejam mantidas em condições de refrigeração adequadas, nomeadamente valores de temperatura entre -0,5 e 1 °C e ambiente de atmosfera controlada com concentrações de O<sub>2</sub> entre 1 e 2,5% e de CO<sub>2</sub> < 2% (Kupferman, 2001).

Segundo a ANP, a maior parte da produção deste fruto é comercializada no mercado interno (*ca* de 70%). Para exportação é canalizada *ca* de 20%, sendo o restante considerado quebra de

produção (ca de 10%). No mercado externo, a Inglaterra e o Brasil são os principais destinos deste fruto, pela regularidade e quantidade exportada. Com outros países tais como a França, Irlanda ou Canadá verificam-se apenas relações comerciais de oportunidade.

Uma vez que a produção de pêra Rocha em Portugal representa ca de 97% da produção mundial, noutros países produtores como Espanha e Itália, só se verifica procura, por parte destes, nos anos em que as respectivas produções são significativamente afectadas (ANP, 2012).

## 2.3 Composição e interesse nutricional

A composição química dos frutos é variável e depende de inúmeros factores, tais como a espécie, o grau de maturação, as técnicas agrícolas e a data de colheita. O Quadro 1 apresenta, resumidamente e em termos indicativos a composição e valor energético da pêra Rocha.

Quadro 1 Composição média da pêra Rocha. Valores expressos por 100 g de parte comestível (Adaptado de Soares *et al.*, 2001).

Designação		Quantidade / 100 g de parte comestível
Parte edível		78 g
Valor energético		43 kcal
Água		85,5 g
Proteína		0,2 g
Gordura		0,5 g
Glícidos		9,4 g
Celulose		0,9 g
Minerais	Cinza total	0,36 g
	Cálcio	9 mg
	Fósforo	9 mg
	Ferro	0,3 mg
	Cobre	0,2 mg
Vitaminas	B1	30 µg
	B2	24 µg
	PP	0,7 mg
	C	2 mg

Tal como para a maioria dos frutos, a pêra Rocha apresenta uma elevada percentagem de água, considerando-se diurética. É suavemente adstringente pela sua riqueza em taninos. Uma

unidade de pêra fornece em média *ca* de 40 a 70 calorias determinadas essencialmente pelo conteúdo em glícidos. É extremamente rica em pectina, uma fibra solúvel importante na dieta humana. No que respeita a sais minerais, apresenta um elevado teor em cálcio e fósforo (9 mg / 100 g). O teor vitamínico é baixo face a outros frutos, no entanto, predomina a vitamina C (2 mg / 100 g). O fruto contém ainda algumas vitaminas do complexo B (ácido fólico, B<sub>2</sub> (30 µg / 100 g)) e de vitamina PP (0,7 mg / 100 g) (Adaptado de Soares *et al.*, 2001).

### **3 Composição bioactiva dos hortofrutícolas**

Na dieta humana, os HF constituem a principal fonte de fibras, veiculam baixos teores de gorduras e em oposição, fornecem elevados teores de compostos antioxidantes, tais como carotenóides, compostos fenólicos, tocoferóis, compostos nitrogenados, vitaminas, entre outros, designadas por compostos bioactivos (Simões, 2010).

Os HF são, por isso, uma componente essencial para uma alimentação saudável e, quando consumidos diariamente nas quantidades adequadas são responsáveis pela prevenção de doenças cardiovasculares e determinados tipos de cancro. Segundo o Relatório Mundial de Saúde (2002), estima-se que o baixo consumo de HF possa estar relacionado a elevada incidência destas doenças, designadamente *ca* de 19% dos cancros gastrointestinais, 31% das doenças cardiovasculares e por 11% dos enfartes do miocárdio (The world Health Report, 2002).

#### **3.1 Compostos fenólicos**

Os compostos fenólicos (CF) compreendem um vasto grupo de substâncias de natureza química diversa, abrangendo mais de 8000 compostos distintos, desde formas moleculares simples (eg. ácidos hidroxibenzóicos) a formas complexas de elevada massa molecular (eg. taninos). Como elemento estrutural apresentam em comum um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilo (-OH). Dependendo dos radicais ligados a esta estrutura química base, os compostos fenólicos são classificados em diferentes classes das quais se destacam os ácidos fenólicos, os flavonóides e os taninos, bem como os respectivos derivados (Harborne, 1989). Alguns exemplos são ilustrados na Figura 1.

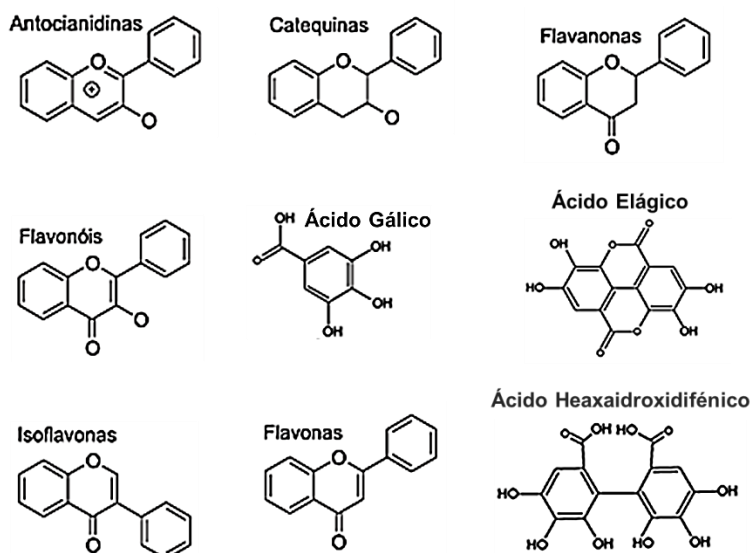


Figura 1 Estruturas químicas de alguns compostos fenólicos.

Nos tecidos vegetais, os CF localizam-se maioritariamente nos vacúolos, sendo a composição quantitativa e qualitativa, específica de cada hortofrutícola. Os teores de CF podem ainda ser influenciados pela cultivar e época do ano (Crozier *et al.*, 1997). Estes compostos actuam, nos HF, como metabolitos essenciais nos fenómenos de crescimento e reprodução, bem como nos mecanismos de defesa a injúrias, nomeadamente lesões com origem física e microbiana.

A composição fenólica influencia, de forma determinante, as características organolépticas dos HF, contribuindo activamente para a respectiva percepção da cor, sabor e aroma, em função do tipo e teores presentes (Tomás-Barberán e Espín, 2001). Para além disso, estes compostos contribuem, a par de alguns pigmentos (carotenóides) e do ácido ascórbico, para a capacidade antioxidante dos HF (Rice-Evans *et al.*, 1997). Nos últimos anos, alguns estudos epidemiológicos, clínicos e *in vitro* têm demonstrado múltiplos efeitos biológicos relacionados com a ingestão dos mesmos, nomeadamente pelas suas actividades antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana e anticarcinogénica (Rice-Evans *et al.* 1997).

### 3.2 Carotenóides

Os carotenóides são pigmentos naturais presentes em concentrações elevadas em muitos HF, como por exemplo na cenoura, na abóbora e na beterraba. Estes compostos são responsáveis por conferirem aos HF cores como o amarelo, o laranja, o vermelho e o violeta (Cardoso, 2003).

Os carotenóides são compostos lipossolúveis localizados nos cromoplastos (Cardoso, 2003). Com base na composição química dividem-se em dois grupos: carotenos (eg.,  $\alpha$ -,  $\beta$ - e  $\gamma$ -caroteno e licopeno) e xantofilas (eg. luteína, zeaxantina,  $\beta$ -criptoxantina e capsantina (Campos, 2005). Apresentam duas propriedades funcionais muito importantes, são precursores de vitamina A e têm capacidade antioxidante. Esta última propriedade é comum a todos os carotenóides existentes na natureza. Alguns exemplos destes compostos estão representados na Figura 2.

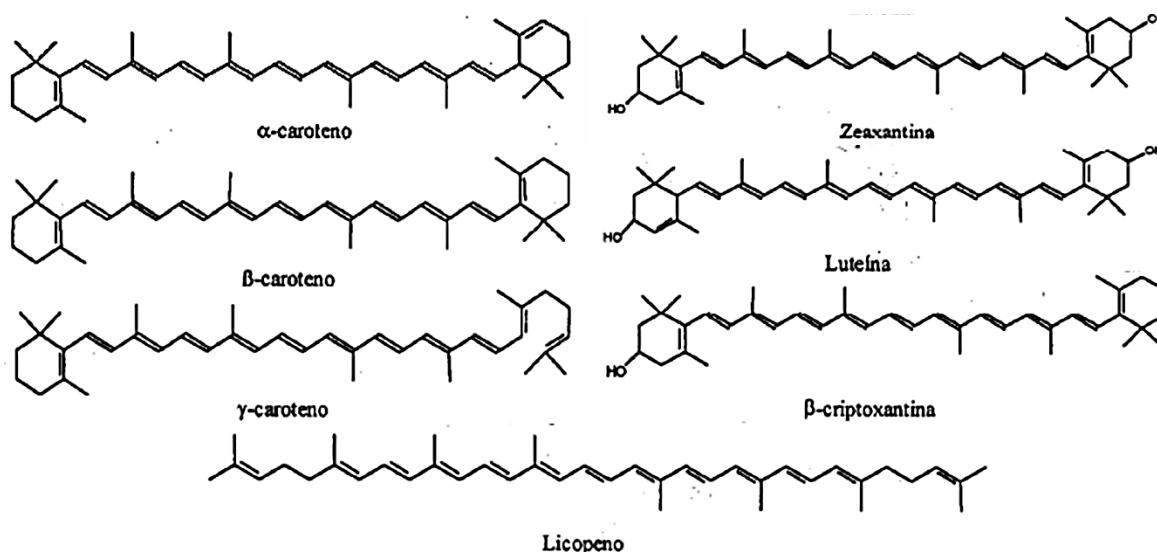


Figura 2 Estrutura química de alguns carotenóides.

No organismo humano, o  $\alpha$ -caroteno, o  $\beta$ -caroteno e o  $\gamma$ -caroteno, quando ingeridos, são convertidos em vitamina A (retinol), sendo por isso designados de pro-vitamina A (Stahl e Sies, 2005). Esta capacidade de conversão em vitamina A justifica a sua importância na dieta alimentar (Desorby *et al.*, 1998).

A capacidade antioxidante associada desempenha importantes funções biológicas, especificamente ao nível da prevenção do cancro de pulmão, pele e próstata e de patologias de foro cardiovascular (Stahl e Sies, 2005; Desorby *et al.*, 1998; Rodriguez-Amaya, 1997).

### 3.3 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico (Figura 3), vulgarmente conhecido como vitamina C, é um poderoso antioxidante, presente em concentrações elevadas em frutos como o ananás, o limão e a



laranja. Contribui ainda para a manutenção da capacidade antioxidante dos HF (Coxam *et al.*, 2008).

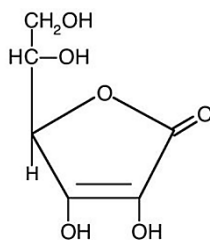


Figura 3 Estrutura química do ácido ascórbico.

Devido aos valores de pH normalmente encontrados no meio intracelular, o ácido ascórbico encontra-se predominantemente na sua forma ionizada, ascorbato. Este composto é bastante instável e termossensível, e ao reagir com o oxigénio, com a luz e com a água, perde a sua actividade biológica.

Contrariamente aos compostos fenólicos, o ácido ascórbico é altamente biodisponível, encontrando-se presente nos cloroplastos. É um dos mais importantes antioxidantes solúveis em água, tendo um eficiente mecanismo de captura de espécies reactivas do oxigénio, tais como  $O_2$ , OH, radicais peróxido e singletos de oxigénio (Halliwell, 1996). Esta actividade é importante na prevenção de algumas doenças cardíacas e de certos tipos de cancro (Diplock, 1994).

## 4 Polpas hortofrutícolas

De acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO) nos últimos anos a comercialização de produtos derivados de frutos quintuplicou a nível mundial (Brunni *et al.*, 2002). As polpas de frutos contribuíram significativamente para esta realidade.

O processamento das polpas é uma actividade agro-industrial importante e em grande expansão uma vez que diversifica a oferta de derivados de HF, introduzindo produtos de valor acrescentado. Por outro lado, enquanto permite o aproveitamento de frutos de menor calibre excluídos da comercialização em fresco, constitui uma forma de reaproveitamento e redução de desperdício (Moraes, 2006).

O Brasil, terceiro maior produtor mundial de fruta é considerado o país com maior tradição, produção e desenvolvimento de tecnologias de polpas de frutos. Por polpas de frutos entendem-se produtos obtidos por esmagamento das partes comestíveis de frutos carnosos, por processos tecnológicos adequados (Resolução – CNNPA nº 12, de 24 de Julho de 1978). Com a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias de fabrico esta definição foi revista em 2000. Na actual definição são considerados como produtos não fermentados, não concentrados, nem diluídos, obtidos de frutos polposos, através de processos tecnológicos adequados. Apresentam especificações ao nível do teor de sólidos solúveis, em que os valores mínimos estão dependentes do tipo de fruto (Instrução Normativa nº1, de 7 de Janeiro de 2000).

Em Portugal, polpa de frutos define-se como “a parte comestível de frutos inteiros, eventualmente descascados ou sem sementes, podendo apresentar pedaços de frutos cortados ou em rodela ou ainda ser triturados, mas não reduzidos a polme” (Decreto-Lei 230 / 2003, de 27 de Setembro). À semelhança do que acontece mundialmente, em Portugal verifica-se uma crescente intensificação na oferta destes produtos, sobretudo com origem brasileira, no entanto, não existem dados concretos que permitam quantificar o volume consumido.

As polpas de HF podem ser simples, quando originadas por uma única espécie de fruto, ou mistas, se resultam da mistura de duas ou mais espécies, reflectindo as características físicas, químicas e organolépticas das matérias-primas em mistura (Instrução Normativa nº1, de 7 de Janeiro de 2000).

As matérias-primas utilizadas devem apresentar boas condições de sanidade e grau de maturação adequados, não apresentando fragmentos de partes não comestíveis (eg. caroços, pecíolos), nem substâncias estranhas à sua composição normal. A produção de polpas não exige uma selecção e classificação dos frutos tão rigorosa quanto a produção de frutos em calda ou doces sobretudo no que respeita ao aspecto e à uniformidade (Instrução Normativa nº1, de 7 de Janeiro de 2000).

Enquanto alimentos funcionais e produtos de conveniência, as polpas de HF quando armazenadas no frio (refrigeração ou congelação) podem apresentar períodos de vida útil alargados e em consequência serem disponibilizados fora de época evitando os problemas da sazonalidade (Mororó, 2000). Para além do consumo *in natura*, as polpas de HF podem ainda

ser utilizadas como matérias-primas intermédias noutras indústrias, tais como na produção de iogurtes, gelados, néctares, sumos e doces de fruta (Brunni *et al.*, 2002).

#### 4.1 Processamento tecnológico

Na Figura 4 apresenta-se um diagrama geral de fabrico, bem como uma planta exemplificativa de uma indústria de polpas de HF.

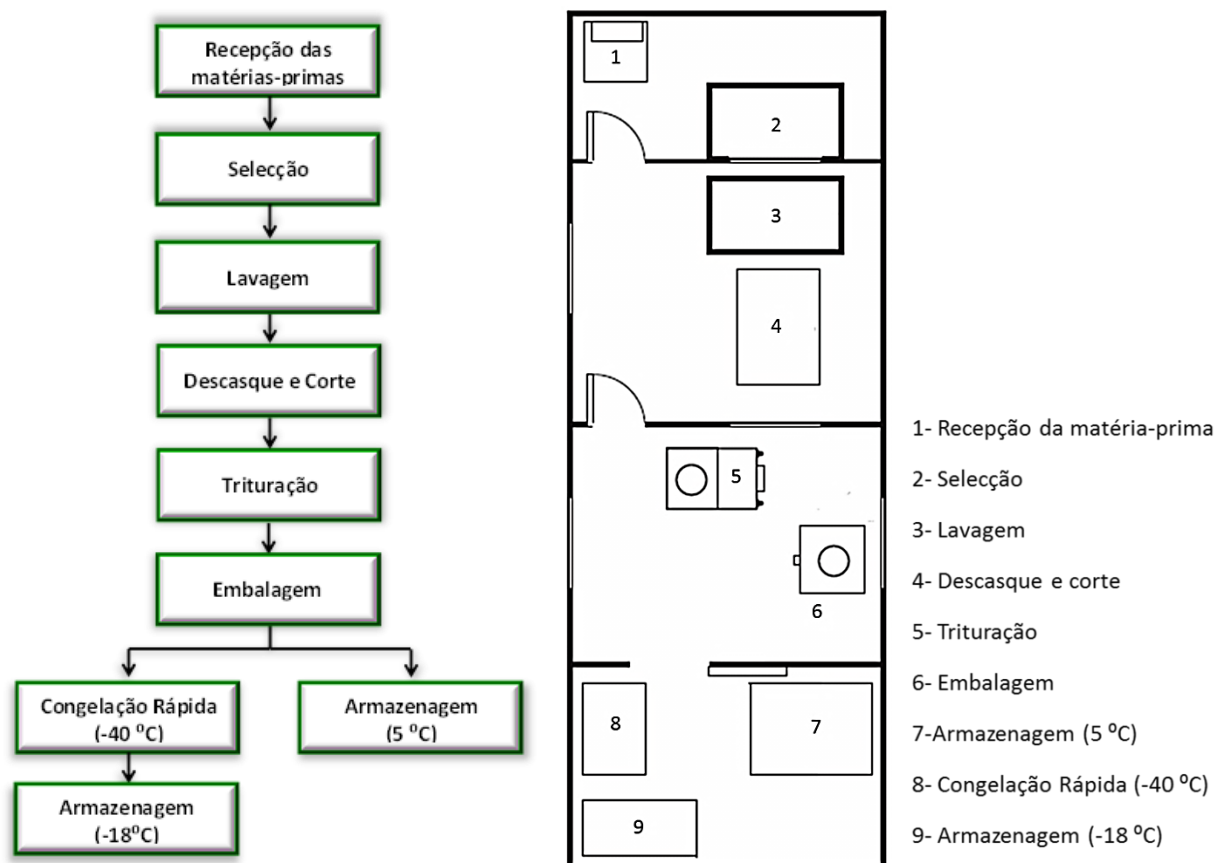


Figura 4 Diagrama geral de fabrico de polpas de HF e planta exemplificativa de uma unidade industrial destes produtos (Adaptado de Moraes, 2006).

**Recepção e selecção das matérias-primas.** Na recepção devem existir critérios de aceitação na unidade industrial, como forma de garantir uniformidade na qualidade do produto final. Deste modo, os frutos deverão apresentar condições higiénico-sanitárias compatíveis com a produção alimentar (eg. ausência de detritos animais e vegetais), com especificações a nível do estado de maturação pós-colheita e de contaminação química. Não são exigidos critérios muito apertados quanto ao calibre das matérias-primas. Todavia, nas operações preliminares de selecção, são importantes os cuidados ao nível da eliminação de HF deteriorados, bem como

de todos os materiais estranhos (eg. folhas, caules, pedras). Esta etapa é realizada por pessoal treinado, em locais bem iluminados que permitam uma inspecção criteriosa e da qual depende em grande medida a qualidade do produto final (Moraes, 2006).

**Lavagem.** A operação de lavagem compreende duas fases: uma fase de pré-lavagem, com chuveiros, com o objectivo de eliminar sujidades superficiais mais grosseiras, como terra ou areia, e uma segunda fase, de lavagem propriamente dita. Nesta última os frutos são imersos em água clorada sob agitação, durante um tempo determinado. Segue-se o enxaguamento, onde os mesmos são novamente imersos em água, nesta situação não clorada, para lhes retirar o excesso deste químico. Com estas operações pretende-se baixar os níveis de contaminação microbiana, de grande importância para prevenir contaminações acrescidas nas fases posteriores de descasque e homogeneização (Matta *et al.*, 2005).

**Descasque e corte.** As operações de descasque e corte das matérias-primas podem ser realizadas de forma manual ou mecânica, dependendo do tipo de HF a processar. Para além da casca, é também nesta etapa que se retiram os caroços e as sementes. Existem algumas excepções para determinados frutos, tais como os frutos vermelhos, que depois da lavagem seguem directamente para a trituração. Todos os resíduos provenientes desta etapa devem ser recolhidos (eg. latões apropriados) e canalizados regularmente para o exterior para evitar possíveis contaminações cruzadas (Moraes, 2006).

**Trituração.** Após as operações de descasque e corte, os produtos são rapidamente enviados para a pesagem de acordo com as formulações estabelecidas para as polpas. Seguem-se as operações de trituração e crivagem para obtenção das polpas propriamente ditas. A trituração pode ser efectuada com o auxílio de moinhos de facas ou martelos, e a crivagem com o auxílio de crivos que permitem a eliminação de matéria fibrosa ou pedaços de sementes.

**Embalagem.** A polpa é canalizada para o equipamento de embalagem, munido de doseadores que efectuem o enchimento automático, e a selagem das embalagens. Normalmente as polpas são comercializadas em embalagens flexíveis – filmes plásticos ou recipientes de polietileno ou polipropileno, em função da facilidade de manuseamento e da protecção oxidativa. No entanto, os filmes plásticos apresentam a desvantagem de, por serem transparentes, permitirem a passagem de luz a diferentes comprimentos de onda, o que favorece a oxidação do produto (Evangelista, 1994).

**Armazenagem.** O produto final pode ser conservado em condições de refrigeração ou ainda ser considerado para congelação. As polpas destinadas à armazenagem em refrigeração são, por norma, mantidas em câmaras, com temperatura inferior a 10 °C. As polpas destinadas à armazenagem em congelação são colocadas em câmaras ou túneis de congelação (-40 °C), com circulação de ar frio, para se obter um congelamento rápido. De seguida, o produto é transferido para câmaras de armazenagem a uma temperatura entre - 18°C a - 20°C. (Dal Ri, 2006).

## 4.2 Qualidade do produto

De uma forma geral, pode definir-se qualidade como um conjunto de características que distinguem as componentes individuais de um produto, importantes na sua aceitação comercial (APED, 2010). Os atributos da qualidade dizem respeito às características físicas, sensoriais, composição química com relevância nutricional e funcional, e segurança dos produtos (FIPA, 2002). Assim, uma polpa de HF com qualidade necessita de, durante a armazenagem, manter as características de cor, sabor, aroma e textura, o mais próximo possível das características em fresco, bem como manter o valor nutricional e funcional (Matta *et al.*, 2004).

Para assegurar a manutenção da qualidade das polpas é necessário em primeiro lugar laborar matérias-primas de qualidade. Esta preocupação implica considerar diversos factores desde a colheita ao transporte e ao nível da armazenagem das matérias-primas em fábrica. Muitas doenças pós-colheita instalam-se através de lesões superficiais sofridas durante a colheita e transporte podendo as mesmas ser evitadas e/ou minimizadas através de um manuseamento cuidado (Dal Ri, 2006). Ao nível do transporte, a utilização de condições de refrigeração e a brevidade do mesmo são igualmente de salientar para a preservação da qualidade. Pelos mesmos motivos as matérias-primas devem ser armazenadas em câmaras refrigeradas, a uma temperatura inferior a 5 °C.

A lavagem das matérias-primas antes do seu processamento revela-se muito importante para garantir a eliminação, tanto quanto possível, de microrganismos, resíduos de pesticidas, poeiras, entre outros, evitando a respectiva incorporação nas polpas (Mororó, 2000). A qualidade da água utilizada no processamento deve ser potável e estar de acordo com Decreto-Lei n.º 243/2001 de 5 de Setembro.

As operações de descasque, corte e trituração promovem danos mecânicos e a desestruturação dos tecidos vegetais promovendo, em consequência, distintas reacções de oxidação enzimática e/ou de desenvolvimento microbiano responsáveis pela deterioração da qualidade do produto. Estas degradações podem ser retardadas ou mesmo inibidas totalmente se forem aplicados métodos de conservação adequados (Dal Ri, 2006).

As embalagens devem ser adequadas e oferecer protecção às oxidações (eg. luz e oxigénio) e contaminações do exterior, preservando durante o período de vida útil as características de qualidade do produto (Evangelista, 1994).

A armazenagem das polpas em refrigeração ou congelação tem como principal finalidade assegurar a estabilidade do produto enquanto promove o retardamento das reacções de degradação enzimática e microbiológica. As polpas congeladas podem alcançar períodos de vida útil de meses, ao passo que nas polpas refrigeradas este período pode restringir-se apenas a alguns dias. Para ambas as situações é necessário garantir, sem grandes oscilações, os valores de temperatura indicados (5 °C ou -18 °C, respectivamente) durante o ciclo de distribuição e comercialização, por forma a garantir a qualidade do produto (Matta *et al.*, 2005).

### **4.3 Vias de degradação da qualidade do produto**

Nas polpas, nomeadamente a partir do momento em que se desintegram os tecidos vegetais, desencadeiam-se inúmeras reacções de oxidação enzimática e/ou de desenvolvimento microbiano. O aumento das taxas de reacções de oxidação pode ser incrementado em 25 vezes, relativamente à actividade fisiológica prévia da desestruturação celular. Estas condições aceleram os mecanismos conducentes à degradação das características físico-químicas, sensoriais e nutricionais dos produtos, bem como à sua deterioração microbiológica (Huxsoll e Bolin, 1989).

#### **4.3.1 De natureza enzimática**

O exemplo mais importante da degradação de qualidade do produto com origem enzimática é o escurecimento do mesmo, provocado sobretudo pela acção de oxirredutases.

De acordo com o comité de Nomenclatura da União Internacional de Bioquímica e Biologia Molecular (*Nomenclatura Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology*) a classe das oxirredutases compreende todas as enzimas que catalisam reacções de oxidação-redução em que o substrato oxidado é considerado como doador de hidrogénio ou electrões (Webb, 1992). Neste vasto grupo de enzimas, as mais frequentes nos HF e que introduzem alterações de cor são as polifenoloxidasas (PPO) e as peroxidases (POD).

A PPO, também designada por *monofenol di-hidroxifenilalanina oxirredutase* (EC 1.10.3.1) tem sido alvo de diversos estudos em diferentes HF. A sua actividade varia em função da espécie, variedade, estado de maturação, condições de cultivo. (Santos, 2009).

A pêra, constituinte principal das polpas em estudo, é um fruto em que a presença da PPO e de compostos fenólicos o torna particularmente susceptível ao escurecimento enzimático. O escurecimento relaciona-se com a oxidação dos compostos fenólicos a quinonas através de reacções catalisadas pela PPO na presença de oxigénio, tal como se ilustra na Figura 5 (Kim *et al.*, 2000). As quinonas são muito reactivas e sofrem subsequentes reacções de polimerização dando origem a polímeros insolúveis – melanoidinas de coloração castanho e preto (Bayindirli e Ozoglu, 2001). As melanoidinas são compostos de elevada massa molecular que podem ainda reagir com aminoácidos e proteínas intensificando a cor escura já produzida.

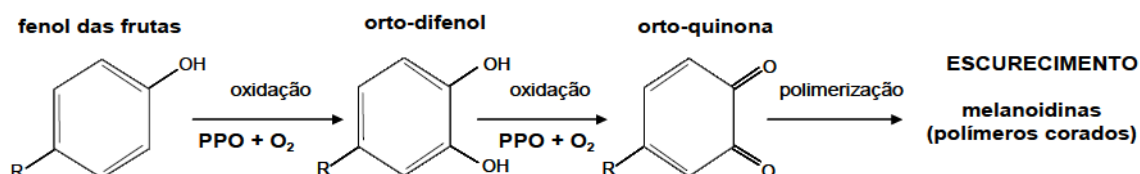


Figura 5 Esquema representativo da reacção de oxidação dos fenóis pela PPO (Adaptado de Kim *et al.*, 2000).

A peroxidase (POD), também conhecida por *peróxido de hidrogénio oxirredutase* (EC 1.11.1.7), catalisa a oxidação de compostos fenólicos, aminas aromáticas, entre outros compostos orgânicos, na presença de peróxidos de hidrogénio, como esquematizado na Figura 6. Esta enzima apresenta uma elevada termorresistência, estando normalmente relacionada com alterações de cor e na formação de aromas indesejáveis (Martins, 1991). De acordo com a elevada resistência ao calor é normalmente utilizada como indicador da eficácia de tratamentos térmicos, considerando-se que quando esta enzima se encontra inibida/inactivada, os outros sistemas enzimáticos também o são (Laurenti e Clemente, 2005).

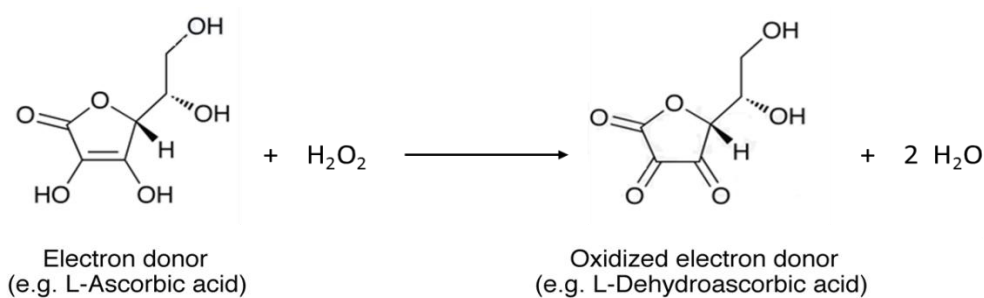


Figura 6 Esquema representativo da reacção de oxidação pela POD (Adaptado de Laurenti e Clemente, 2005).

As alterações de aroma relacionam-se com reacções de degradação dos ácidos gordos insaturados, promovidas pela POD, induzindo-se fenómenos de rancificação com libertação de compostos voláteis de aroma desagradável (Martins, 1991).

As enzimas pectinolíticas são outro grupo enzimático importante na deterioração das polpas ao nível das propriedades reológicas, nomeadamente da consistência. Dentro deste, a pectinametilesterase (PME) e as despolimerases, nomeadamente a poligalacturonase (endo e exogalacturonases) e as liases são as mais representativas.

A PME (EC 3.1.1.11) catalisa a reacção de desesterificação dos grupos metóxilo da pectina, e as despolimerases catalisam a clivagem das cadeias de ácido galacturónico. Em resultado desta actividade enzimática pode verificar-se (Figura 7) a perda de consistência das polpas (Alegria, 2007).

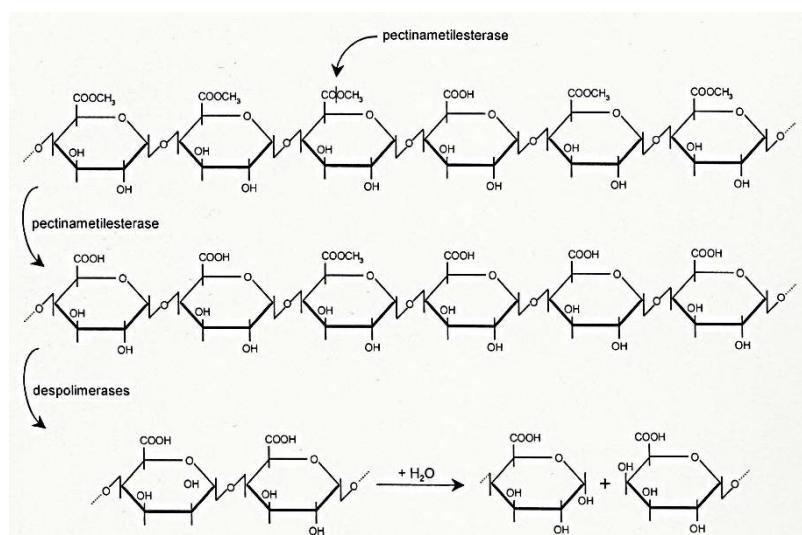


Figura 7 Representação esquemática da acção da pectinametilesterase e da poligalacturonase (Adaptado de Schwimmer, 1981).



### 4.3.2 De natureza microbiana

De um modo geral, o número e o tipo de microrganismos presentes nas polpas de HF são influenciados por quatro factores: origem das matérias-primas, qualidade microbiológica das mesmas antes do processamento, condições higiénico-sanitárias da linha de produção e condições de embalagem e armazenagem (Evangelista, 1994).

Os microrganismos que podem estar presentes nas polpas de HF são normalmente provenientes da flora de contaminação existente nas matérias-primas. Os grupos microbianos referem-se sobretudo ao grupo de bolores, leveduras e bactérias ácido-tolerantes e o seu desenvolvimento é condicionado pelas características físico-químicas das matérias-primas em mistura (Santos, 2008).

O elevado teor em ácidos orgânicos confere aos frutos valores de pH baixos, a variar de 2,0 a 4,5, sendo por isso considerados produtos de baixa incidência à contaminação patogénica, na medida em que o respectivo desenvolvimento é inibido e, a eventual presença tende a diminuir durante a armazenagem. O teor elevado em glúcidos, com predominância de glucose, frutose, pentoses e pectinas e os elevados valores de actividade de água ( $a_w$ ) concorrem para o rápido desenvolvimento de bactérias de deterioração. Por sua vez, nos hortícolas de carácter mais básico ( $pH > 4,5$ ), favorece-se o desenvolvimento de bactérias face ao grupo de bolores e leveduras, bem como se suporta mais facilmente o desenvolvimento de microrganismos patogénicos.

Existem nos HF compostos com actividade antimicrobiana natural, designadamente, óleos essenciais, compostos fenólicos, ácido benzóico, ácido sorbico, entre outros ácidos orgânicos de cadeia curta, que mesmo presentes em pequenas quantidades constituem factores de conservação adicional (Abreu, 2002).

O desenvolvimento do grupo de bolores e leveduras é considerado como a principal causa de deterioração dos HF, nomeadamente pela invasão secundária dos tecidos ou pela via fermentativa. Nestes produtos, os géneros mais comuns são: *Sclerotinia*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Phoma* e *Rhizopus* (Nguyen-The e Carlin, 1994). Acresce que nas polpas de HF, elevadas cargas de bolores podem comprometer a segurança do produto, dada a eventual produção de micotoxinas (eg. patulina) (Dal Ri, 2006). Relativamente às leveduras, destacam-se *Candida* spp., *Cryptococcus* spp., *Rhodotorula* spp., *Trichosporon* spp., *Pichia* spp. e

*Toruslaspora* spp., responsáveis sobretudo por processos fermentativos (Guerzoni e Marchetti, 1987).

Verifica-se a ausência de legislação específica em Portugal para este tipo de produtos. Assim, de acordo com a legislação brasileira e, na medida em que as polpas de frutos são particularmente susceptíveis ao desenvolvimento de bolores e leveduras, estabeleceram-se como limites de contagens respectivamente,  $5 \times 10^3$  UFC/g e de  $2 \times 10^3$  UFC/g para polpas *in natura* e conservadas química/termicamente. Em termos de saúde pública, a potencial presença de microrganismos patogénicos é avaliada pela determinação de *Salmonella* (ausente em 25 g de produto). Por forma a avaliar a qualidade higiénico-sanitária, as contagens máximas admitidas para os coliformes fecais a 45 °C não devem exceder 1.0 NMP/g (Instrução Normativa nº1 de 7 de Janeiro de 2000).

#### **4.4 Métodos de conservação de polpas**

A conservação de polpas de HF objectiva a preservação quer da sua qualidade sensorial (cor, aroma, sabor, consistência, entre outras), quer do desenvolvimento microbiano excessivo (Uboldi, 1989). Não existe um tratamento que, aplicado singularmente, garanta a conservação e a segurança destes produtos sem comprometer a sua qualidade sensorial e valor nutritivo (Seymour *et al.*, 2002). Neste sentido é mais vantajoso considerar a combinação de diferentes tratamentos de intensidade ligeira por forma a não prejudicar a qualidade sensorial, garantido simultaneamente a estabilidade microbiológica e oxidativa do produto.

##### **4.4.1 Refrigeração**

A refrigeração é a operação através da qual se submete o alimento a valores de temperatura inferiores a 5 °C. No processamento industrial de HF, é desejável que se mantenham níveis de temperatura baixa ao longo de todo o ciclo produtivo, incluindo a armazenagem das matérias-primas, o ambiente das salas de processamento, das águas que contactam com os HF e das câmaras de armazenagem do produto final (Moldão-Martins e Empis, 2000).

Durante o processamento, a refrigeração é importante para o retardamento das reacções fisiológicas (respiratória, de produção de etileno e de transpiração) e bioquímicas, actividade enzimática e no desenvolvimento microbiológico dos HF (Watada e Ling, 1999).

De entre os métodos de conservação passíveis de implementar no fabrico (eg. tratamentos térmicos, incorporação de aditivos), a refrigeração é considerada um dos factores exógenos mais importante no controlo de deterioração dos produtos (Watada e Ling, 1999).

#### **4.4.2 Congelação**

A congelação de um alimento consiste na redução da temperatura abaixo de  $-18^{\circ}\text{C}$ , ocorrendo mudança de estado físico da água (Fellows, 2000). Esta redução da temperatura inibe o desenvolvimento microbiano e reduz a velocidade das reacções enzimáticas, e se for feita de forma correcta preserva as características do produto processado durante a armazenagem, nomeadamente no que respeita à cor, sabor e aroma (Fellows, 2000; Karel e Lund, 2003). A sua eficácia está dependente de factores como o tipo de produto, a qualidade das matérias-primas, os métodos de conservação aplicados antes da congelação (eg. tratamentos térmicos, aditivos), o tipo de congelação, o tipo de embalagem e o tempo e temperatura de armazenagem.

De acordo com as características intrínsecas dos produtos e a velocidade de congelação pretendida, são diversos os métodos de congelação existentes, nomeadamente congelação por circulação de ar forçado, congelação por contacto, imersão ou aspersão em líquidos e congelação criogénica (Pinheiro, 2003).

De uma forma geral, quanto mais baixa for a temperatura de congelação menor é a taxa de reacção de degradação dos produtos, promovendo períodos de vida útil na ordem de meses (Afonso *et al.*, 1998). A congelação deverá ser efectuada de forma rápida, por circulação de ar forçado ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) e só de seguida armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

É importante referir que independentemente do valor de temperatura (refrigeração ou congelação) se devem minimizar as oscilações da mesma a que o produto é exposto durante o transporte, distribuição e armazenagem.

#### 4.4.3 Pasteurização

A pasteurização consiste na aplicação de calor a um alimento, empregando normalmente valores de temperatura inferiores a 100 °C, com os objectivos da inactivação enzimática e destruição das formas vegetativas de microrganismos patogénicos. A optimização dos binómios tempo-temperatura, específicos por produto, tem ainda em consideração a preservação, tanto quanto possível, do valor nutritivo, funcional e das características sensoriais dos produtos (Fellows, 2000).

A eficácia deste tratamento é dependente de factores como a fonte de calor (água quente, vapor ou radiação ionizante), características físico-químicas do alimento (viscosidade, taxa de transferência de calor, pH), carga microbiana e resistência térmica dos microrganismos e enzimas presentes no produto (Freitas e Figueiredo, 2000).

A aplicação inadequada da intensidade de pasteurização ( $T$  °C/ $t$  min) pode promover alterações indesejáveis, nomeadamente a degradação de compostos sensoriais e/ou o aparecimento de sabores e aromas indesejáveis (eg. cozido), perda de nutrientes termossensíveis (vitaminas) e alterações de cor (perda de pigmentos e caramelizações) (Lavarda, 2011). Neste sentido é preferível a utilização de valores de temperatura inferiores a 100 °C por períodos de tempo curtos.

Industrialmente a pasteurização de polpas de HF pode ser efectuada antes ou após a operação de embalagem. Quando as polpas são pasteurizadas antes da embalagem, podem ser utilizados pasteurizadores tubulares, seguindo-se de imediato a operação de embalagem com sistemas de enchimento asséptico para prevenir a re-contaminação do produto (Pelais *et al.*, 2008). Quando a pasteurização é efectuada no produto embalado, o tratamento térmico pode ser realizado com a imersão das embalagens em tanques com controlo de temperatura (Valderrama *et al.*, 2001). Nestas situações é mais frequente a ocorrência de sobreaquecimentos, tendo em conta que se tem de garantir, em todos os pontos do produto, a aplicação de equivalentes térmicos semelhantes. Estas questões prendem-se sobretudo com o tamanho da embalagem e com as características de penetração de calor do produto. No caso das polpas de HF, a escolha do tipo de pasteurização é muito dependente da consistência das mesmas.

#### ***4.4.4 Incorporação de aditivos alimentares***

Aditivos alimentares são substâncias intencionalmente adicionadas aos alimentos com o objectivo de conservar, intensificar ou modificar as propriedades destes. São compostos de origem natural ou sintética, na maior parte dos casos sem valor nutricional apreciável, adicionadas aos alimentos em pequenas quantidades durante o seu processamento ou acondicionamento (Freitas e Figueiredo, 2000).

Às polpas de HF, durante o processamento, podem ser incorporados aditivos químicos que contribuam para a estabilização do produto, desde que sejam cumpridas as doses máximas admitidas para cada aditivo. Normalmente a estes produtos são adicionadas substâncias pertencentes a três classes de aditivos: antioxidantes, acidificantes e conservantes. São exemplos importantes de cada uma destas classes, respectivamente, o ácido L-ascórbico, o ácido cítrico e os sulfitos.

Normalmente os tratamentos químicos compreendem a utilização de mais do que uma substância química, quer porque cada uma tem um papel específico em cada um dos factores de alteração, quer porque a aplicação simultânea pode exercer um efeito sinérgico no cumprimento de um só objectivo. Exemplos de sinergias são relatados na combinação de aditivos acidulantes e antioxidantes, em que a diminuição do pH do meio estabiliza a acção do antioxidante ou potencia a acção antimicrobiana.

A eficácia dos antioxidantes pode ser limitada, enquanto a prevenção da oxidação leva ao consumo do próprio aditivo, como é o caso do ácido ascórbico. As concentrações utilizadas dependem da substância química em causa, da legislação alimentar em vigor (Decreto-Lei 274/2000, de 9 de Novembro) e dos efeitos adversos que os mesmos possam imprimir no aroma e no sabor.

## **Desenvolvimento Experimental**

---

## 1 Objectivos

As polpas de HF refrigeradas e em particular as de pêra Rocha são produtos muito perecíveis, dada a elevada susceptibilidade ao escurecimento oxidativo com origem enzimática e ao desenvolvimento microbiano. As oxidações conducentes ao escurecimento e / ou acastanhamento têm origem nas reacções da polifenoloxidase (PPO) com os substratos fenólicos que decorrem imediatamente após a trituração dos frutos de pêra, depreciando de imediato a aceitação sensorial e diminuindo a respectiva bioactividade dos produtos. A pasteurização pode não eliminar totalmente a flora de contaminação vegetativa e o desenvolvimento microbiano passível de ocorrer à temperatura de refrigeração pode ser crítico de acordo com o elevado teor de açúcares disponíveis.

O objectivo deste estudo centrou-se no desenvolvimento tecnológico de polpas refrigeradas à base de pêra Rocha cujas características de qualidade são próximas às dos produtos em fresco em termos sensoriais e composicionais. A estratégia de conservação das polpas assenta na mistura de diferentes HF com a pêra Rocha – optimização de formulações em associação com tratamentos de pasteurização pelo calor e condições de refrigeração durante a armazenagem (5 °C), sem recurso à utilização de aditivos químicos de síntese.

Para cumprir este objectivo foram realizadas duas etapas:

1. Desenvolvimento e optimização de formulações de polpas hortofrutícolas.
2. Avaliação da estabilidade das polpas seleccionadas durante a armazenagem do produto (5 °C) e estimativa do período de vida útil.

## **2 Materiais e Métodos**

### **2.1 Matérias-primas**

As matérias-primas utilizadas, fornecidas pela empresa Campotec (Projecto QREN – CONVIT09), foram: pêra Rocha (*Pyrus communis* L. variedade Rocha), maçã (*Malus domestica*), ananás (*Ananas sativus*), beterraba (*Beta vulgaris*), cenoura (*Daucus carota* L.), abóbora (*Cucurbita* L.), morango (*Fragaria*) e limão (*Citrus limonum*).

Na recepção das matérias-primas procedeu-se a uma selecção prévia (lotes homogéneos) por inspecção visual, com eliminação de unidades defeituosas (podridões e outros danos) seguindo-se a sua armazenagem ( $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , câmara Fitoclima modelo S 600 Pharma) até utilização nos respectivos ensaios, num prazo máximo de uma semana.

### **2.2 Procedimentos tecnológicos**

Durante as operações tecnológicas de elaboração das polpas (oficina piloto) foram cumpridos princípios básicos de higiene de forma a prevenir contaminações cruzadas e assegurar a qualidade higiénica das polpas. Para o efeito, todos os materiais e equipamentos em contacto com os HF (bancadas de trabalho, facas, homogeneizador e recipientes), foram previamente lavados e desinfectados (solução de etanol a 70%).

#### **2.2.1 Processamento de polpas**

Na Figura 8 esquematiza-se o conjunto de operações unitárias utilizado na preparação das polpas.



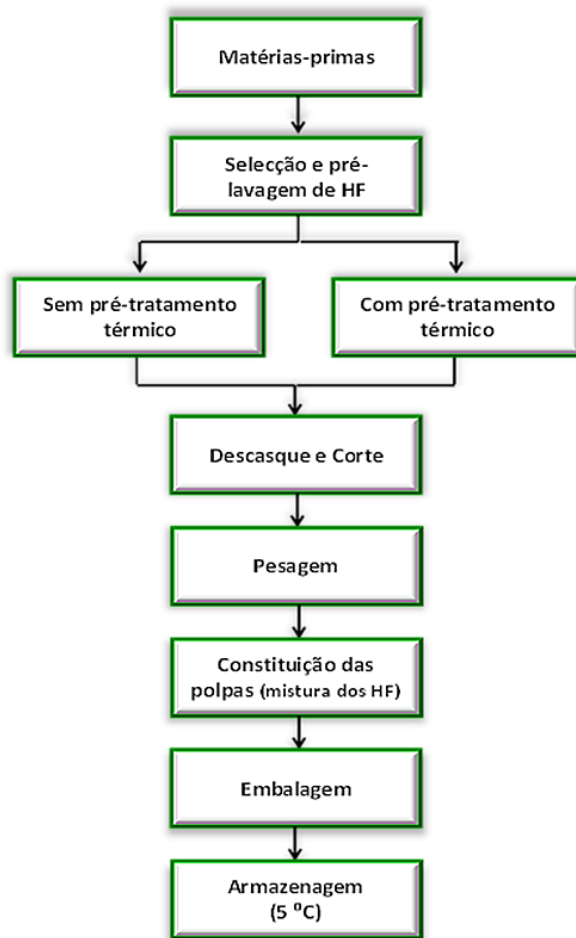


Figura 8 Diagrama geral de processamento das polpas HF em estudo.

A primeira operação consiste na pré-lavagem das matérias-primas em água. No caso da pêra, maçã, beterraba e cenoura, seguiu-se a aplicação de pré-tratamentos térmicos pela imersão dos produtos em banhos termoestatizados e, posterior arrefecimento (banho de água e gelo) e secagem (papel absorvente). As intensidades térmicas dependeram do tipo de produto: 40 min - 40 °C para a pêra e maçã (Barrancos *et al.*, 2003 e Abreu *et al.*, 2003); 45 s - 100 °C para a cenoura (Alegria *et al.*, 2009) e de 3 min - 100 °C para a beterraba (resultados não publicados). O tempo de tratamento foi contabilizado a partir do momento em que as matérias-primas são imersas no banho de água. O controlo da temperatura de tratamento foi efectuado utilizando termopares (ELLab do tipo T).

O descasque e corte dos HF foram realizados manualmente (facas), seguindo-se a pesagem dos HF individualmente, a respectiva mistura de acordo as formulações estabelecidas. A posterior homogeneização foi executada em Robot Termomix durante 1 min. As polpas resultantes (1 kg) foram divididas em porções (100 e 200 g), embaladas em sacos de polietileno de baixa

densidade aptos para o uso alimentar, termo-soldados e armazenados em refrigeração ( $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Fitoclima modelo S 600 Pharma) até ao momento de serem analisadas.

### **2.2.2 Pasteurização**

Quando previsto, o tratamento de pasteurização foi efectuado após a embalagem das polpas através da imersão dos sacos, de polietileno de baixa densidade (amostras de *ca* de 100 g cada), em banhos com controlo de temperatura (Hakhe N2, termoestatizados e com agitação). Na monitorização da temperatura foram utilizados termopares do tipo T (Ellab). Os binómios de temperatura / tempo foram optimizados num outro trabalho em paralelo, realizado no âmbito do mesmo projecto e os tempos de tratamento foram contabilizados a partir do momento em que as amostras foram imersas nos banhos de água.

Após cada condição de pasteurização, os produtos embalados foram arrefecidos por imersão em banho de gelo (*ca* de 5 min) e secos (papel absorvente), seguindo para armazenagem ( $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Fitoclima modelo S 600 Pharma) até serem utilizados para análise.

## **2.3 Métodos analíticos**

### **2.3.1 pH**

O pH foi determinado com recurso a um potenciómetro Crison Micro pH 2001 (*Crison instrumentes*, Espanha), mergulhando a sonda directamente na polpa. Os valores médios resultaram da média de 3 determinações por amostra.

### **2.3.2 Teor de Sólidos Solúveis**

A determinação do teor de sólidos solúveis (TSS) foi efectuada com o auxílio de um refractómetro (DR-A1, ATAGO Co Ltd., Japão), a partir sumo obtido directamente da filtração da polpa. Os resultados são expressos em  $^{\circ}\text{Brix}$ , representando a percentagem de sólidos solúveis por 100 g de produto, resultantes de 3 determinações por amostra.

### **2.3.3 Conteúdo Fenólico Total**

A determinação do conteúdo fenólico total foi baseada na reacção colorimétrica promovida pelo reagente Folin-Ciocalteu de acordo com Swain e Hillis (1959). A preparação do extracto fenólico, necessário para a quantificação do conteúdo fenólico total, foi efectuada pela mistura de 1:4 (p:v) de polpa e metanol (100%) seguida de homogeneização a 20000 rpm durante 1min (Polytron Yellowline Line DI 25 Basic). A extracção compreende um período de espera do homogeneizado durante 12-24h a 4 °C. Para obtenção do extracto fenólico, o homogeneizado é centrifugado (12000 rpm x 8 min x 4 °C, Eppendorf Centrifuge 5415) sendo o sobrenadante (extracto fenólico) reservado para o respectivo doseamento.

O doseamento consiste na mistura, em tubos de 5ml, de 2400 µl de água nanopura, 150 µl de extracto fenólico e 150 µl de reagente Folin (0,25 N). A mistura é homogeneizada e após 3 minutos adiciona-se 300 µl de carbonato de sódio (1N). Após o desenvolvimento da reacção (2 h ao abrigo da luz), efectuem-se as leituras espectrofotométricas a 725 nm (espectrofotómetro ATI UNICAM UV/VIS 4). O conteúdo fenólico total é expresso em mg de equivalentes de ácido clorogénico por 100 g de produto, tendo sido calculado a partir da interpolação dos valores de absorvância na curva de calibração desenvolvida com este padrão (0 – 0,35 mg/mL).

### **2.3.4 Actividade Enzimática da Peroxidase**

A técnica para a determinação da actividade enzimática da POD foi adaptada da técnica descrita por Bifani *et al.* (2002). As modificações introduzidas deveram-se ao facto de se ter verificado a necessidade de concentrar o extracto enzimático de forma a garantir a reprodutibilidade e repetibilidade da técnica. Decorrente deste facto, foram optimizadas as condições de extracção e doseamento espectrofotométrico para garantir a estequiometria da reacção enzimática durante um minuto.

Por optimização, estabeleceu-se a concentração de substrato a utilizar para a determinação da actividade enzimática da POD, sendo esta de 44,5 mM de peróxido de hidrogénio e de 44,7 mM de guaiacol, para um extracto enzimático obtido nas condições de mistura polpa:solução de extracção (1,5 M NaCl em 0,1 M tampão fosfato, pH 7) de 1:3 (p:v). Após obtenção do extracto enzimático por centrifugação (Eppendorf Centrifuge 5415), fez-se reagir uma alíquota deste com 3 ml de substrato (44,5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 44,7 mM Guaiacol em 1,5 M NaCl em 0,1 M

tampão fosfato, pH 7), perfazendo um volume total de 3,2 ml. Define-se 1 unidade (U) como a variação de 1 unidade de absorvência a 470 nm (espectrofotometro ATI UNICAM UV/VIS 4) por minuto por mililitro, nas condições de ensaio.

### 2.3.5 Cor CIELab

Os parâmetros da cor foram determinados com o auxílio do colorímetro Minolta CR 300 (Osaka, Japão) no sistema *CIELab* (iluminante C), sendo a sua calibração efectuada a partir do padrão branco de referência ( $L^* = 97,10$ ;  $a^* = 0,19$ ;  $b^* = 1,95$ ). Os valores médios foram obtidos de 5 determinações por amostra.

Por leitura directa no aparelho obtiveram-se os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . O parâmetro  $L^*$  representa a luminosidade da amostra, traduzindo a variação da tonalidade entre escuro e claro, sendo o seu intervalo de variação compreendido entre 0 (preto) e 100 (branco). No que respeita ao parâmetro  $a^*$  e  $b^*$ , estas coordenadas traduzem variações de cor entre vermelho (+60) e verde (-60) para o parâmetro  $a^*$  e entre amarelo (+60) a azul (-60) para o parâmetro  $b^*$ . A aproximação destas coordenadas ao valor nulo traduz cores neutras como o branco, o cinzento e o preto.

A partir dos parâmetros CIELab, foram calculados os parâmetros de tonalidade ( $^{\circ}h$ ; Hue), índice de esbranquiçamento (*Whiteness Index*, WI) e a diferença total de cor (TCD).

O atributo de cor  $^{\circ}h$  (Eq. 1 a 3) pode ser definido como o ângulo ( $0 - 360^{\circ}$ ) que transmite a tonalidade de cor (Figura 9). Os ângulos formados variam de acordo com os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ , definindo assim a tonalidade da cor. Ângulos entre  $0^{\circ}$  e  $90^{\circ}$  correspondem aos vermelhos, laranjas e amarelos; de  $90^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  os amarelos, amarelo-verdes e verdes; de  $180^{\circ}$  a  $270^{\circ}$  os verdes, cianos e azuis; de  $270^{\circ}$  a  $360^{\circ}$  os azuis, púrpuras, magentas e novamente os vermelhos (Dafne, sd). Este atributo é calculado através das seguintes expressões matemáticas:

$$^{\circ}h = \frac{\left( \arctg \frac{b^*}{a^*} \right)}{6.2832} \times 360, \text{ se } a^* > 0 \text{ e } b^* > 0 \quad (\text{Eq. 1})$$

$$^{\circ}h = 180 + \frac{\left( \arctg \frac{b^*}{a^*} \right)}{6.2832} \times 360, \text{ se } a^* < 0 \quad (\text{Eq. 2})$$

$$^{\circ}h = 360 + \left( \frac{\arctg \frac{b^*}{a^*}}{6.2832} \right) \times 360, \text{ se } a^* > 0 \text{ e } b^* < 0 \quad (\text{Eq. 3})$$

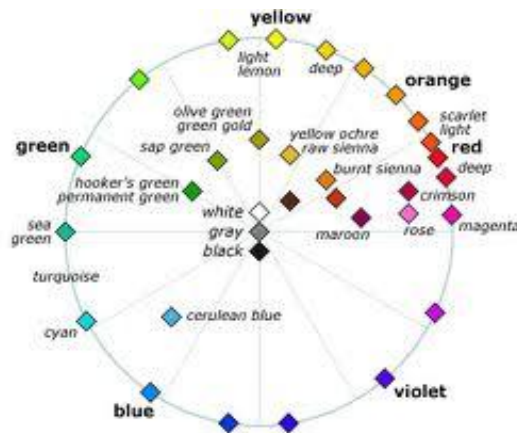


Figura 9 Tonalidade de cor correspondente ao ângulo  $^{\circ}h$  (0 – 360°).

Fonte: <http://www.handprint.com>.

Segundo Bolin e Huxsoll (1991), o índice de esbranquecimento (*Whiteness Index*, WI) é o parâmetro que traduz a maior ou menor presença de branco à superfície da amostra, de acordo com a escala apresentada no Quadro 2, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad (\text{Eq. 5})$$

Quadro 2 Classificação do nível de esbranquiçamento (WI) (Bolin e Huxsoll, 1991).

WI (%)	Nível de esbranquiçamento
0	Não branco
3,3 - 8,3	Ligeiramente branco
8,3 - 25	Moderadamente branco
25 - 50	Distintamente branco
50 - 100	Extremamente branco

A diferença total de cor (TCD – *total colour difference*) é o parâmetro que traduz as variações da cor entre uma dada amostra, com coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  e uma amostra referência (Quadro 3), sendo obtido pela seguinte expressão matemática:

$$TCD = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad (\text{Eq. 6})$$

Quadro 3 Classificação do grau de diferenças pelo valor de TCD (Drilange, 1994).

TCD	Grau de diferenças
0 – 0,2	Imperceptível
0,2 – 0,5	Muito pequena
0,5 – 1,5	Pequena
1,5 - 3	Distinta
3 - 6	Muito distinta
6 - 12	Grande
> 12	Muito grande

### **2.3.6 Índice de Consistência e Índice de Escoamento**

A partir dos valores de viscosidade aparente foi caracterizado o comportamento reológico das polpas e o seu ajuste à lei da potência, através da determinação dos índices de consistência ( $k$ , Pa.s<sup>n</sup>) e de escoamento ( $n$ ), tendo sido realizadas 3 determinações por amostra. A avaliação da viscosidade aparente das polpas (expressos em cP ou Pa.s) foi realizada utilizando um viscosímetro Brookfield modelo RVT (spindle 5), nas velocidades de rotação de 2, 4, 10 e 20 rpm, em condições de temperatura controlada ( $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e à pressão ambiente.

### **2.3.7 Microrganismos Totais a 30°C**

A determinação de microrganismos a 30 °C foi realizada de acordo com a norma EN ISO 4833:2003, no laboratório de microbiologia da Unidade de Investigação e Tecnologia Alimentar do INIAV.

### **2.3.8 Análise Sensorial**

Na análise sensorial deste estudo foram utilizados três formulários diferentes (fichas de prova em anexo). Numa primeira fase (cf. ponto 3.1) as amostras foram sujeitas a um teste descritivo por um painel semi-treinado de 8 – 10 provadores (Anexo 1). Utilizaram-se escalas estruturadas de 1 a 5, para a avaliação dos diferentes atributos: aparência, cor, sabor a fruta, doçura, acidez, cheiro, consistência e, ainda, a apreciação global e a intenção de compra das mesmas. Os descritores utilizados para a definição da escala apresentam-se no Anexo 1, bem como a ficha de avaliação sensorial. Atendendo ao cariz hedónico da apreciação global e da intenção de compra, em que os provadores expressam a aceitabilidade e a expectativa de compra do produto em avaliação (ponderação dos atributos avaliados), foram considerados como limite de aceitabilidade sensorial e de potencial mínimo de compra as classificações correspondentes às âncoras 3 – Suficiente e Talvez comprasse.

Para uma segunda fase (cf. pontos 3.2 e 3.3), as amostras foram sujeitas a um teste de ordenação (ordenação crescente de pior para melhor em escala estruturada de 5 níveis) por um painel semi-treinado de 8 – 10 provadores, para a avaliação dos diferentes atributos: cor, sabor, cheiro e apreciação global (ficha de prova, Anexo 2). Foram considerados como limite de aceitabilidade sensorial as classificações correspondentes ao valor 3.

Por último, no ensaio de avaliação da estabilidade das polpas armazenadas em refrigeração (cf. ponto 4), as amostras foram avaliadas sensorialmente por testes de ordenação (ordenação crescente de pior para melhor numa escala estruturada de 6 níveis) com codificação alfanumérica das amostras, considerando um painel semi-treinado de 15 provadores (cumprindo os requisitos da ISO 8586-1, 1993) (ficha de prova, Anexo 3). Os atributos sensoriais em avaliação foram a cor, o sabor e o cheiro, existindo ainda um ponto onde os provadores podiam exercer comentários sobre as amostras apresentadas.

### 2.3.9 *Análise Centesimal*

As análises da componente centesimal das polpas de HF foram realizadas na Unidade de Química Alimentar do INIAV. Os parâmetros em análise, teores totais de humidade, gordura, proteína, açúcares, fibra e cinza, foram determinados de acordo com as respectivas normas (Quadro 4).

Quadro 4 Métodos analíticos aplicados a cada parâmetro de análise centesimal.

Parâmetros	Método analítico
Humidade	NP 1614:2009
Gordura total	NP 1613:1979
Proteína	NP 1612:2006
Açúcares	NP 1419:1987
Fibra	EN – ISO 6825:2000
Cinza	NP 1615:2000

## 2.4 Métodos Estatísticos

O tratamento estatístico dos resultados foi efectuado com recurso ao Software Statistica<sup>TM</sup> v.8.0 da Statsoft (2007), por análise de variância (ANOVA), sendo utilizado o teste Tukey ( $p < 0.05$ ) para separação de médias.

### 3 Desenvolvimento e optimização de polpas de hortofrutícolas

#### 3.1 Selecção de HF e respectiva proporção na mistura

##### 3.1.1 Objectivo

Este ensaio teve por objectivo avaliar diferentes formulações de polpas, através da mistura de vários HF, tendo como principal o fruto pêra Rocha, face à seguinte hipótese:

Hipótese H<sub>1</sub>: É possível estabilizar após fabrico N polpas de HF, através, exclusivamente, do tipo de formulação (variáveis independentes, X = natureza do HF; Y = proporção de cada HF na mistura) obtendo produtos cuja aceitação sensorial e riqueza em compostos bioactivos resulte superior à de polpa de pêra Rocha.

##### 3.1.2 Delineamento experimental

Para testar a hipótese mencionada considerou-se a introdução dos seguintes HF: **maçã** (M), **ananás** (A), **beterraba** (B), **abóbora** (Ab) e **cenoura** (C). A justificação para a introdução de maçã baseou-se quer pela riqueza intrínseca em compostos fenólicos (quercetina, epicatequina e procianidina) quer pela acidez superior à de pêra, promovendo respectivamente, a bioactividade e o abaixamento de pH no produto final. O ananás justificou-se igualmente pela acidez, pelo elevado teor em ácido ascórbico e pela introdução de enzimas proteolíticas por contribuírem respectivamente para o abaixamento de pH, elevação da bioactividade e controlo do escurecimento enzimático (polifenoloxidase). Finalmente, a cenoura, a abóbora e a beterraba por veicularem carotenóides e outros pigmentos de natureza antioxidante que actuam, quer na prevenção das reacções de escurecimento, quer na alteração da tonalidade das polpas tornando-as mais apelativas (Gonçalves e Abreu, 2011).

As polpas (Quadro 5) foram avaliadas, logo após o processamento (cf. ponto 2.2.1), face aos seguintes atributos da qualidade: avaliação sensorial, CFT, pH, TSS, Cor CIELab e registos fotográficos, tendo sido realizada a comparação estatística entre médias.



Para testar  $H_1$  foram tidos em conta os seguintes critérios de aceitação: apreciação global das polpas  $\geq 3$  por painel sensorial e CFT médio superior ao de polpa constituída por 100% de pêra (P).

Quadro 5 Formulações das polpas em estudo com identificação da natureza e quantidade de cada HF em mistura.

Id._Amostra	Constituição Percentual	Pêra (%)	Maçã (%)	Cenoura (%)	Ananás (%)	Beterraba (%)	Abóbora (%)
P	P <sub>100%</sub>	100	-	-	-	-	-
P:M <sub>1</sub>	P <sub>50%</sub> _M <sub>50%</sub>	50	50	-	-	-	-
P:M <sub>2</sub>	P <sub>66,7%</sub> _M <sub>33,3%</sub>	66,7	33,3	-	-	-	-
P:M <sub>3</sub>	P <sub>80%</sub> _M <sub>20%</sub>	80	20	-	-	-	-
P:M:C <sub>1</sub>	P <sub>47,1%</sub> _M <sub>47,1%</sub> _C <sub>5,8%</sub>	47,1	47,1	5,8	-	-	-
P:M:C <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _C <sub>14,3%</sub>	57,1	28,6	14,3	-	-	-
P:M:C <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _C <sub>28,6%</sub>	57,1	14,3	28,6	-	-	-
P:C	P <sub>50%</sub> _C <sub>50%</sub>	50	-	50	-	-	-
P:M:A <sub>1</sub>	P <sub>47,1%</sub> _M <sub>47,1%</sub> _A <sub>5,8%</sub>	47,1	47,1	-	5,8	-	-
P:M:A <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _A <sub>14,3%</sub>	57,1	28,6	-	14,3	-	-
P:M:A <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _A <sub>28,6%</sub>	57,1	14,3	-	28,6	-	-
P:A	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub>	50	-	-	50	-	-
P:M:B <sub>1</sub>	P <sub>47,1%</sub> _M <sub>47,1%</sub> _B <sub>5,8%</sub>	47,1	47,1	-	-	5,8	-
P:M:B <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _B <sub>14,3%</sub>	57,1	28,6	-	-	14,3	-
P:M:B <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _B <sub>28,6%</sub>	57,1	14,3	-	-	28,6	-
P:B	P <sub>50%</sub> _B <sub>50%</sub>	50	-	-	-	50	-
P:M:Ab <sub>1</sub>	P <sub>47,1%</sub> _M <sub>47,1%</sub> _Ab <sub>5,8%</sub>	47,1	47,1	-	-	-	5,8
P:M:Ab <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _Ab <sub>14,3%</sub>	57,1	28,6	-	-	-	14,3
P:M:Ab <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _Ab <sub>28,6%</sub>	57,1	14,3	-	-	-	28,6
P:Ab	P <sub>50%</sub> _Ab <sub>50%</sub>	50	-	-	-	-	50

P-pêra; M-maçã; C-cenoura; A-ananás; B-beterraba; Ab-abóbora.

### 3.1.3 Resultados e discussão

Os resultados da caracterização físico-química e sensorial das 20 polpas são apresentados nos Quadros A1 e A2, constantes do Anexo 4.

Nas Figuras 10 e 11 são apresentados os resultados da apreciação global e do teor fenólico total das 20 polpas testadas.

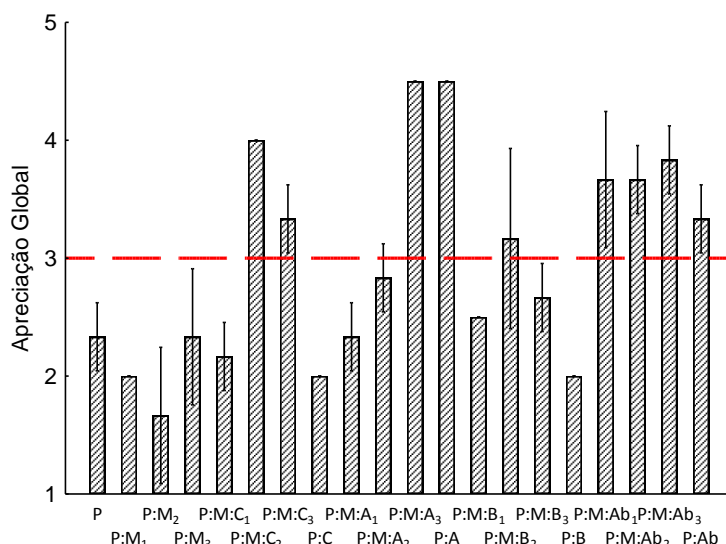


Figura 10 Apreciação global (média ± DP) das 20 polpas testadas (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Neste gráfico (Figura 10) é possível observar que das 20 formulações, 9 obtiveram uma classificação média, para a apreciação global, superior a 3. Nesta situação encontraram-se duas formulações com cenoura (P:M:C<sub>2</sub> e P:M:C<sub>3</sub>), duas com ananás (P:M:A<sub>3</sub> e P:A), uma com beterraba (P:M:B<sub>2</sub>) e todas as que incluíram abóbora (P:M:Ab<sub>1</sub>, P:M:Ab<sub>2</sub>, P:M:Ab<sub>3</sub> e P:Ab). Todas estas formulações tiveram adição de maçã com exceção da formulação com ananás (P:A) e com abóbora (P:Ab).

A análise dos resultados da avaliação sensorial (Quadro A2, Anexo 4) permitiu concluir que o nível de aceitação das amostras foi justificado pelos diferentes atributos em avaliação (aparência, cor, sabor a maçã, sabor a pêra, doçura, acidez, cheiro, consistência, apreciação global e intenção de compra – Anexo 1) consoante o tipo de polpa. Nalguns casos os níveis de rejeição foram da responsabilidade de um excessivo escurecimento / acastanhamento ( $cor \leq 3$ ) das polpas. Nesta situação encontraram-se as formulações de pêra (P), pêra em mistura com maçã (P:M<sub>1</sub>, P:M<sub>2</sub> e P:M<sub>3</sub>) e duas de mistura de pêra, maçã e ananás (P:M:A<sub>1</sub>, P:M:A<sub>2</sub>).

Nas 3 formulações com introdução de beterraba (P:M:B<sub>1</sub>, P:M:B<sub>3</sub> e P:B) o que pesou na rejeição das mesmas foi o juízo negativo dos atributos sabor ( $\leq 3$ ) e cheiro ( $\leq 3$ ) embora a cor vermelha das mesmas tenha sido muito apreciada (cor *ca* de 4). No entanto, não foi conclusivo o que levou à rejeição das duas formulações de mistura de cenoura (P:M:C<sub>1</sub> e P:C) porquanto os atributos em avaliação apresentaram todas classificações próximas de 3.

Na avaliação sensorial por painel destacam-se os juízos sobre a cor e o cheiro como os principais atributos determinantes nas classificações da apreciação global.

A pêra Rocha contém um baixo teor fenólico e por esta razão, a polpa constituída exclusivamente por este fruto apresentou um CFT baixo, de 195 mg EAC/100g. Por outro lado a maçã, por ser muito rica em compostos fenólicos, foi determinante na composição bioactiva das polpas, e quantidades crescentes deste fruto conduziram a aumentos proporcionais dos CFT das mesmas, com excepção das formulações com beterraba. Nestas últimas o facto justifica-se pelo elevado CFT da beterraba, que é *ca* de duas vezes superior ao da maçã.

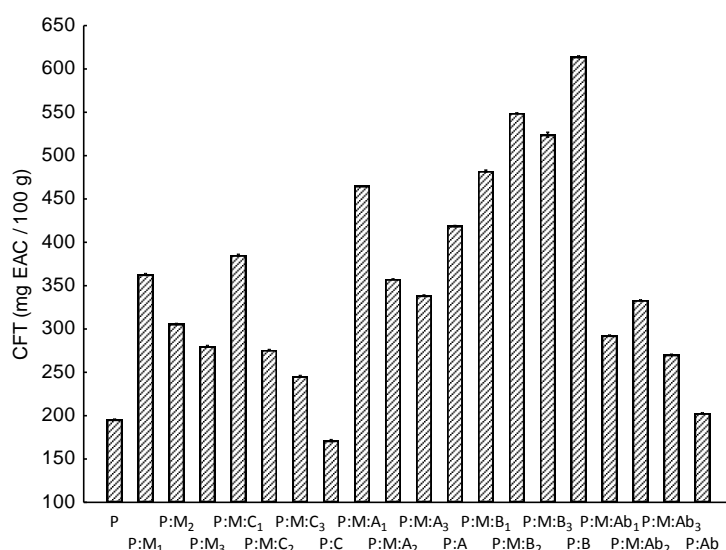


Figura 11 Conteúdo fenólico total (mg EAC/100 g) (médias  $\pm$  DP) das 20 polpas testadas (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Da análise da Figura 11 conclui-se que, com excepção da cenoura, a mistura dos outros HF com a pêra elevou a composição bioactiva das polpas em função do CFT das matérias-primas em mistura. Nas misturas com ananás e com beterraba, o CFT aumentou respectivamente *ca* de duas e três vezes, em relação à polpa de pêra. No entanto, nas misturas com cenoura e abóbora não se verificaram acréscimos desta natureza, dado que os carotenos (compostos

maioritários nestes hortícolas) não são determinados nesta avaliação, embora contribuam para a bioactividade das mesmas.

Nas Figuras 12 e 13 (Quadro A1, Anexo 4), são apresentados os resultados de pH e TSS, respectivamente, para as polpas que cumpriram os critérios de aceitação de  $H_1$ .

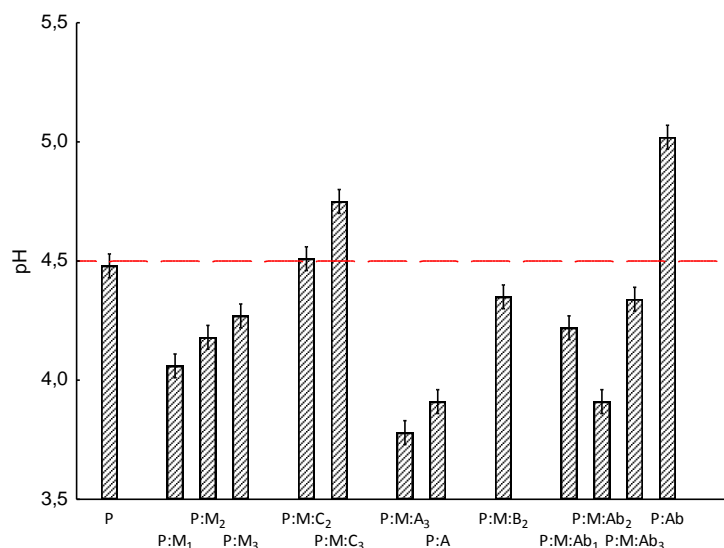


Figura 12 Valores de pH (média  $\pm$  DP) das 9 polpas seleccionadas ( $H_1$  verdadeira) (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Por questões de segurança do produto é desejável que as polpas apresentem um pH ácido, idealmente inferior a 4,5, de forma a prevenir o desenvolvimento de microrganismos patogénicos. Desta forma, e uma vez que a pêra tem normalmente, um pH muito próximo de 4,5, o ideal será conceber misturas com HF mais ácidos tais como a maçã e o ananás.

Da Figura 12, pôde-se concluir que apenas três das formulações seleccionadas obtiveram valores de pH acima do limite de 4,5 (P:M:C<sub>2</sub>, P:M:C<sub>3</sub> e P:Ab), justificando-se este facto pelos valores de pH da cenoura e da abóbora serem muito próximos do valor da neutralidade (> 6). Pelo contrário, as polpas com o pH mais baixo foram as formulações com ananás, dada a acidez deste fruto ser próxima de 3,5 (Gonçalves e Abreu, 2011). Situação semelhante ocorreu para as polpas com menor percentagem de abóbora (P:M:B<sub>1</sub> e P:M:B<sub>2</sub>) em que os valores de pH das misturas foram determinados pela proporção de maçã.

No que respeita ao conteúdo em sólidos solúveis das polpas, não existe um valor ideal, no entanto, para a apreciação do nível de doçura, é desejável que estes valores não sejam inferiores a 10 °Brix.

A análise dos resultados apresentados na Figura 13 permitiu concluir que a adição de ananás e maçã fez aumentar o TSS por serem frutos mais doces do que a pêra, *ca* de 13 °Brix (Gonçalves e Abreu, 2011). Ao contrário das polpas com beterraba e abóbora, cujos valores de TSS foram inferiores ao da polpa de pêra, em virtude do baixo TSS destes HF *per si* (*ca* de 8 °Brix). A adição de cenoura não fez variar significativamente este teor em relação à polpa de pêra por apresentar valores de TSS semelhantes ao deste fruto.

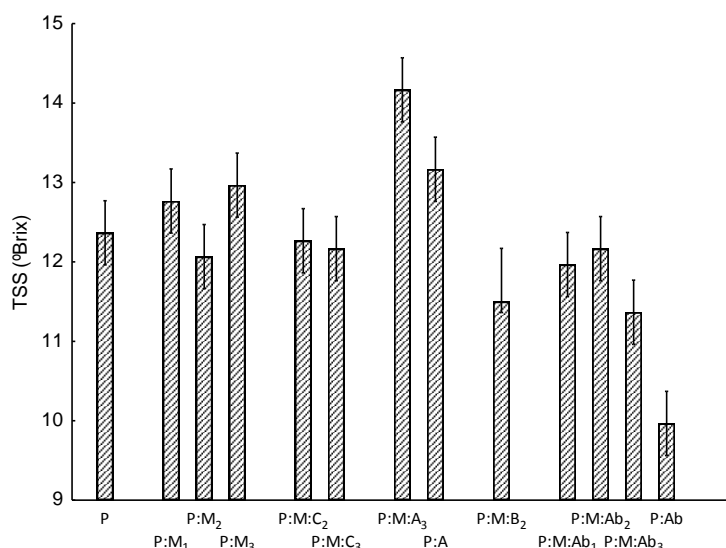











Figura 13 Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) (média ± DP) das 9 polpas seleccionadas (H<sub>1</sub> verdadeira) (Barras de dispersão correspondem ao DP).

No Quadro 6 são apresentados os registos fotográficos e respectiva tonalidade (°h) das 9 formulações seleccionadas.

Os valores de °h permitem caracterizar a tonalidade das amostras. Tal como se pode observar no Quadro 6, as polpas seleccionadas com diferentes tonalidades e respectivos valores objectivos, foram apelativas em termos de avaliação sensorial. Faz-se notar que em 3 polpas de abóbora e numa de ananás ocorreu um ligeiro escurecimento, visível também pelo registo fotográfico.

Quadro 6 Registos fotográficos e respectiva tonalidade, °h (média ± DP) das 9 polpas seleccionadas.

Id._Amostra	Fotografia	Valor médio °h	Tonalidade correspondente
P:M:C <sub>2</sub>		69,4° ± 0,7°	Laranja
P:M:C <sub>3</sub>		68,8° ± 0,3°	
P:M:A <sub>3</sub>		100,7° ± 0,2°	Amarelo
P:A		99,0° ± 1,1°	
P:M:B <sub>2</sub>		26,6° ± 0,2°	Vermelho
P:M:Ab <sub>1</sub>		76,8° ± 1,4°	Laranja
P:M:Ab <sub>2</sub>		75,2° ± 0,9°	
P:M:Ab <sub>3</sub>		80,4° ± 0,2°	
P:Ab		83,6° ± 0,7°	

P-pêra; M-maçã; C-cenoura; A-ananás; B-beterraba; Ab-abóbora.

### 3.1.4 Considerações intercalares

As 9 formulações seleccionadas cumpriram, imediatamente após constituição das polpas, os critérios de aceitação sensorial mínimos e, simultaneamente, apresentaram um CFT superior ao da polpa com 100% pêra, validando a hipótese H<sub>1</sub>.

## 3.2 Avaliação da estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial das polpas seleccionadas – após processamento e durante a armazenagem (5 °C)

### 3.2.1 Objectivo

A qualidade das polpas é comprometida logo após processamento pelo escurecimento enzimático (cf. ponto 4.3.1), e durante a armazenagem com agravamento das reacções de escurecimento e deteriorações por via microbiológica. Assim, este ensaio teve por objectivos avaliar a alteração inicial da cor das polpas após a respectiva constituição (**Fase I**), e a estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial durante a armazenagem (7 dias, 5 °C) das 9 polpas anteriormente seleccionadas (**Fase II**), tendo por base a hipótese:

Hipótese H<sub>2</sub>: É possível estabilizar as 9 polpas de HF através, exclusivamente, do tipo de formulação (variáveis independentes, X = natureza do HF; Y = proporção de cada HF na mistura) obtendo produtos cuja aceitação sensorial e riqueza em compostos bioactivos seja superior à de polpa de pêra durante 7 dias de armazenagem (5 °C).

### 3.2.2 Delineamento experimental

O processamento (escala laboratorial) das polpas apresentadas no Quadro 7 efectuou-se de acordo com o procedimento descrito no ponto 2.2.1. Preparou-se 1 kg por tipo de formulação (amostra), do qual resultaram 4 sacos com *ca* de 200 g, os quais foram de imediato armazenados em refrigeração (5 °C).

Na **Fase I** foi utilizada por amostra *ca* de 5 g para determinação instrumental da evolução da cor, à temperatura ambiente. Para o efeito foram registadas as coordenadas de cor CIELab de 5 em 5 minutos durante o período total de 30 min e, comparados os resultados médios.

Na **Fase II** foram determinados os seguintes atributos: Cor CIELab, pH, TSS, CFT, índice de consistência, avaliação microbiológica, avaliação sensorial e registos fotográficos, 2h após preparação e ao final de 7 dias de armazenagem. Foram comparados os resultados médios ( $\pm$ DP).

Para além das 9 formulações seleccionadas, continuaram em avaliação as polpas com mistura de pêra e maçã por forma a contabilizar o efeito de misturas base (controlos).

Quadro 7 Formulações das 9 polpas em estudo com identificação da natureza e percentagem de cada HF em mistura.

Id._Amostra	Constituição Percentual	Pêra (%)	Maçã (%)	Cenoura (%)	Ananás (%)	Beterraba (%)	Abóbora (%)
P	P <sub>100%</sub>	100	0	0	0	0	0
P:M <sub>1</sub>	P <sub>50%</sub> _M <sub>50%</sub>	50	50	0	0	0	0
P:M <sub>2</sub>	P <sub>66,7%</sub> _M <sub>33,3%</sub>	66,7	33,3	0	0	0	0
P:M <sub>3</sub>	P <sub>80%</sub> _M <sub>20%</sub>	80	20	0	0	0	0
P:M:C2	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _C <sub>14,3%</sub>	57,1	28,6	14,3	0	0	0
P:M:C3	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _C <sub>28,6%</sub>	57,1	14,3	28,6	0	0	0
P:M:A3	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _A <sub>28,6%</sub>	57,1	14,3	0	28,6	0	0
P:A	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub>	50	0	0	50	0	0
P:M:B2	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _B <sub>14,3%</sub>	57,1	28,6	0	0	14,3	0
P:M:Ab1	P <sub>47,1%</sub> _M <sub>47,1%</sub> _Ab <sub>5,8%</sub>	47,1	47,1	0	0	0	5,8
P:M:Ab2	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _Ab <sub>14,3%</sub>	57,1	28,6	0	0	0	14,3
P:M:Ab3	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _Ab <sub>28,6%</sub>	57,1	14,3	0	0	0	28,6
P:Ab	P <sub>50%</sub> _Ab <sub>50%</sub>	50	0	0	0	0	50

P-pêra; M-maçã; C-cenoura; A-ananás; B-beterraba; Ab-abóbora.

### 3.2.3 Resultados e discussão da Fase I

#### 3.2.3.1 Cor CIELab

A evolução da cor das diferentes formulações, testadas após processamento, foi expressa pelas variações dos resultados médios de TCD (diferença total de cor) e do WI (índice de esbranquiçamento) em função do tempo (30 min), à temperatura ambiente, sendo apresentados, respectivamente nas Figuras 14 a 23 (Quadros B1 a B5, Anexo 5).



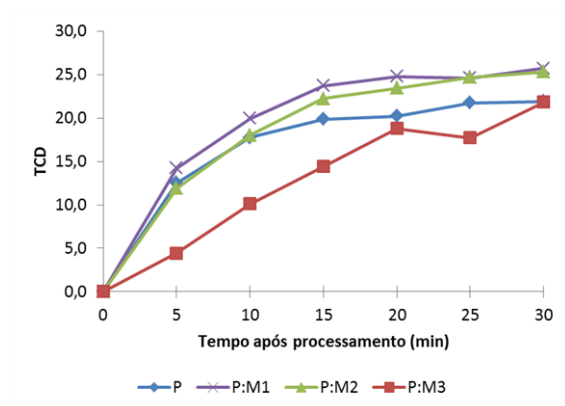


Figura 14 Evolução dos valores médios do parâmetro TCD nas amostras P, P:M<sub>1</sub>, P:M<sub>2</sub> e P:M<sub>3</sub> ao longo de 30 min (TA).

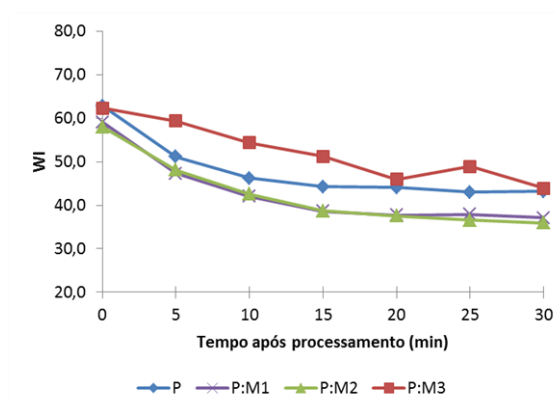


Figura 15 Evolução dos valores médios do parâmetro WI nas amostras P, P:M<sub>1</sub>, P:M<sub>2</sub> e P:M<sub>3</sub> ao longo de 30 min (TA).

A evolução do TCD (Figura 14) caracteriza uma alteração significativa da cor inicial da polpa, com tendência para estabilizar ao final de 20 minutos. A introdução de maçã não alterou de forma expressiva o padrão evolutivo dos dois parâmetros (TCD e WI, Figura 14 e 15), com excepção da mistura que compreendeu a introdução de 20% de maçã. Nesta última, a taxa de variação de cor decorreu de forma mais lenta durante os primeiros 20 minutos.

A alteração total de cor inicial foi tanto maior quanto maior foi o acréscimo de maçã nas formulações. A alteração do WI (Figura 15) denota um comportamento semelhante, isto é, quantidades crescentes de maçã acentuaram a tendência de escurecimento das polpas.

Este facto pode ser explicado pela maior riqueza em compostos fenólicos existentes na maçã, aumentando em consequência o teor de substratos fenólicos disponíveis para as reacções de escurecimento enzimático da polifenoloxidase (PPO). Por outro lado, a razão pela qual a polpa com 20% de maçã escureceu mais lentamente que a polpa 100% de pêra pode ser atribuída ao abaixamento de pH, em resultado da introdução da maçã que em si constitui um factor de inibição para as reacções oxidativas da PPO. De qualquer forma, este último efeito não foi tão influente na inibição daquelas reacções como pareceu ser o acréscimo de substratos fenólicos na promoção das reacções oxidativas, uma vez que ao final de 30 minutos todas as amostras apresentaram níveis de escurecimento semelhantes.

Estes resultados demonstram a impossibilidade de estabilizar a cor inicial de polpas exclusivamente constituídas por pêra e maçã, independentemente das proporções em mistura. Notar que, ao final de 30 minutos as, variações de cor registadas (20-25 unidades variação de

TCD e 15-20 variação de WI) são percebidas a nível sensorial com carácter de rejeição (Quadro A2, Anexo 3).

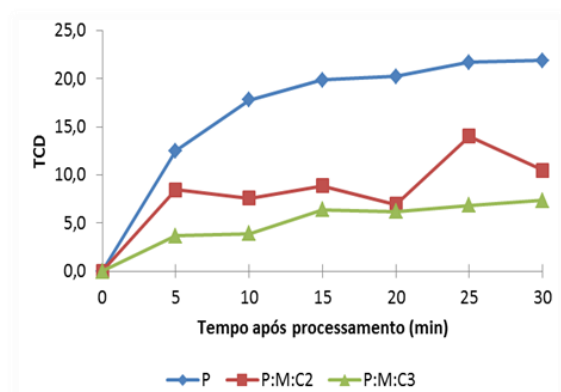


Figura 16 Evolução dos valores médios do parâmetro TCD nas amostras P, P:M:C<sub>2</sub> e P:M:C<sub>3</sub> ao longo de 30 min (TA).

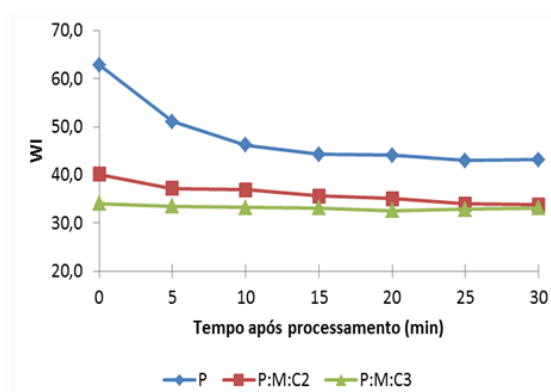


Figura 17 Evolução dos valores médios do parâmetro WI nas amostras P, P:M:C<sub>2</sub> e P:M:C<sub>3</sub> ao longo de 30 min (TA).

Nas formulações com introdução de cenoura, PM:C<sub>2</sub> e P:M:C<sub>3</sub>, verificou-se igualmente a alteração significativa da cor inicial das polpas (Figuras 16 e 17), sendo que a estabilização da mesma ocorreu mais cedo (*ca* de 15 minutos vs. 20 minutos) e com níveis de alteração de cor TCD inferiores (entre 7 e 10) relativamente à polpa de pêra (P, entre 20 e 23 unidades de TCD).

Apesar das tonalidades iniciais das polpas com cenoura ( $^{\circ}h$  de  $63^{\circ} \pm 1^{\circ}$ ) serem diferentes da polpa de pêra (laranja vs. branco), o grau de escurecimento foi muito menor nas amostras PM:C<sub>2</sub> e P:M:C<sub>3</sub> comparativamente com a polpa P. Nas polpas com cenoura a variação máxima não excedeu 5 unidades face à variação de *ca* de 20 unidades para a polpa de pêra, ao final de 30 minutos. A prevenção da oxidação das polpas com cenoura relaciona-se mais uma vez com as características intrínsecas deste hortícola, nomeadamente pela introdução de carotenos com carácter antioxidante. A avaliação sensorial da cor das polpas de cenoura por painel caracterizou-se por níveis pouco aceitáveis, independentemente da percentagem de cenoura na mistura.

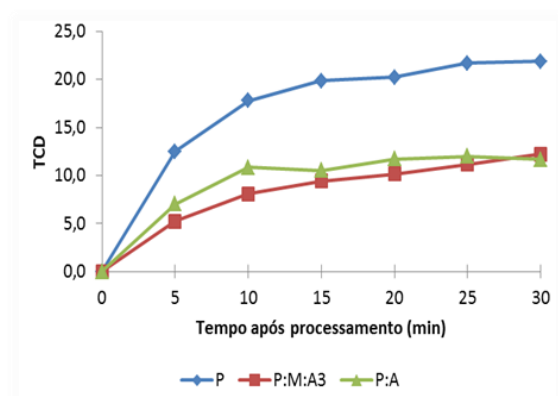


Figura 18 Evolução dos valores médios do parâmetro TCD nas amostras P, P:M:A<sub>3</sub> e P:A ao longo de 30 min (TA).

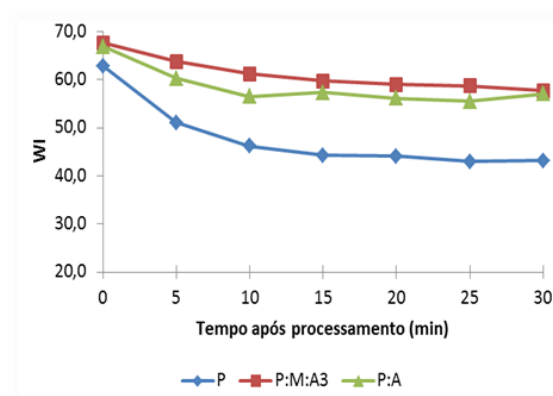


Figura 19 Evolução dos valores médios do parâmetro WI nas amostras P, P:M:A<sub>3</sub> e P:A ao longo de 30 min (TA).

Nas formulações com introdução de ananás, P:M:A<sub>3</sub> e P:A, verificou-se uma alteração da cor inicial, tal como na formulação P (Figuras 18 e 19), no entanto, a estabilização das primeiras ocorreu mais cedo (10 minutos vs. 20 minutos) verificando-se um patamar de alteração muito inferior (10 unidades de TCD vs. 23 unidades de TCD na amostra de pêra (P). O nível de escurecimento (representado por WI) das polpas de ananás foi significativamente minimizado em comparação com o que sucedeu com a polpa de pêra.

A percepção da cor de P:M:A<sub>3</sub> e de P:A por avaliação sensorial caracterizou um nível aceitação, independentemente da percentagem de ananás na mistura. Os efeitos benéficos da introdução do ananás relacionam-se com as respectivas características intrínsecas, redução de pH e introdução de enzimas proteolíticas. Estes factores revelaram-se efectivos na inibição das reacções de escurecimento da PPO imediatamente após processamento.

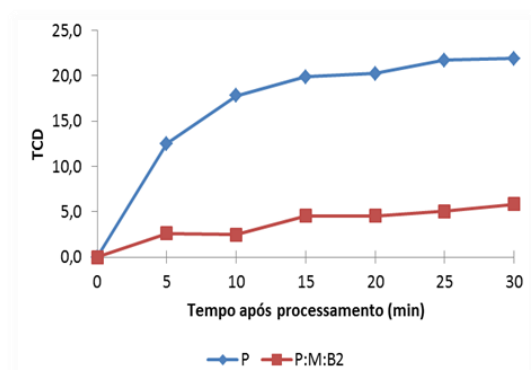


Figura 20 Evolução dos valores médios do parâmetro TCD nas amostras P e P:M:B<sub>2</sub> ao longo de 30 min (TA).

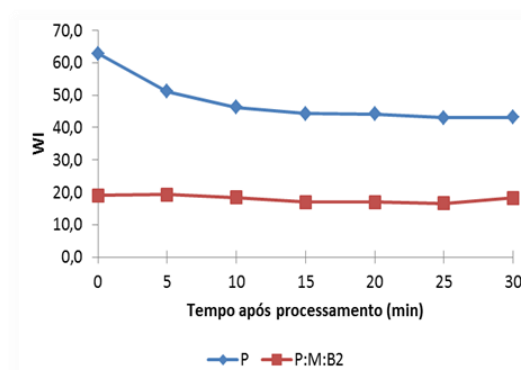


Figura 21 Evolução dos valores médios do parâmetro WI nas amostras P e P:M:B<sub>2</sub> ao longo de 30 min (TA).

Na formulação com introdução de beterraba ( $P:M:B_2$ ), verificou-se uma considerável estabilidade da cor inicial ao final de 30 minutos (Figura 20), com uma variação máxima de TCD de 5 unidades.

A tonalidade inicial da polpa com beterraba,  $^{\circ}h$  de  $17^{\circ} \pm 1^{\circ}$ , apresentou uma cor característica de “vermelho” com boa aceitação sensorial. O nível de escurecimento da polpa  $P:M:B_2$  (Figura 21) permaneceu inalterado (*ca* de 20 unidades WI) até ao final de 30 minutos, traduzindo o efeito da introdução de 14,3% de beterraba na mistura com pêra e maçã. A elevada capacidade de prevenção da oxidação desta polpa relaciona-se pelo elevado teor de carotenóides existentes e respectiva capacidade antioxidante.

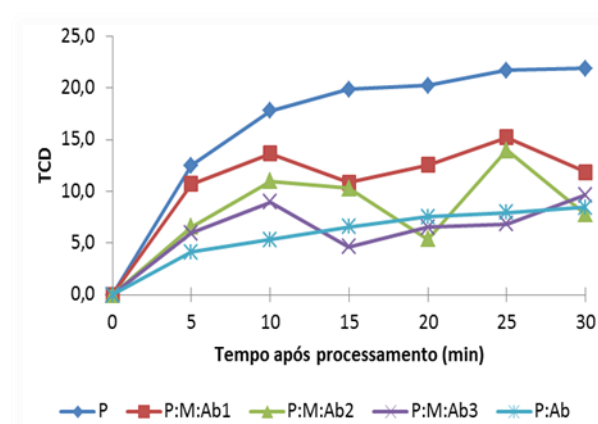


Figura 22 Evolução dos valores médios do parâmetro TCD nas amostras P, P:M:Ab<sub>1</sub>, P:M:Ab<sub>2</sub>, P:M:Ab<sub>3</sub> e P:Ab ao longo de 30 min (TA).

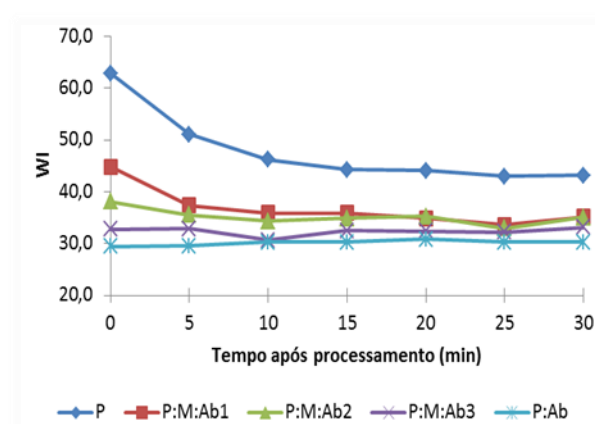


Figura 23 Evolução dos valores médios do parâmetro WI nas amostras P, P:M:Ab<sub>1</sub>, P:M:Ab<sub>2</sub>, P:M:Ab<sub>3</sub> e P:Ab ao longo de 30 min (TA).

Nas formulações com introdução de abóbora, verificou-se igualmente a alteração significativa da cor inicial das polpas (Figuras 22 e 23). No entanto, a estabilização da cor ocorreu mais cedo (*ca* de 10 minutos vs. 20 minutos), verificando-se a níveis de alteração de cor TCD inferiores (entre 5 e 15) relativamente à amostra de pêra (P) (entre 20 e 23).

Apesar da cor inicial das polpas com abóbora se caracterizar por uma tonalidade laranja ( $^{\circ}h$  de  $65^{\circ} \pm 8^{\circ}$ ), diferente da polpa de pêra ( $^{\circ}h$  de  $85^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ) (laranja vs. branco), o grau de escurecimento (representado por WI) foi muito menor nas primeiras comparativamente com a amostra P. Nas polpas com abóbora a variação máxima não excedeu 10 unidades face à variação de *ca* de 20 unidades para a polpa de pêra, ao final de 30 minutos.

A prevenção da oxidação das polpas de abóbora relaciona-se com as respectivas características intrínsecas, nomeadamente pela introdução de carotenos com carácter antioxidante, tal como no caso da beterraba. A percepção da cor, por avaliação sensorial, de qualquer das polpas com abóbora, caracterizou-se por níveis pouco aceitáveis, independentemente da percentagem de abóbora na mistura.

### 3.2.4 Resultados e discussão da Fase II

#### 3.2.4.1 Cor CIELab

Na Figura 24 (Quadro C1, Anexo 6), é possível constatar a evolução do índice de esbranquiçamento WI das diferentes polpas testadas. A redução dos valores de WI corresponde à percepção de escurecimento das polpas, em consequência da oxidação enzimática que continua a decorrer à temperatura de 5 °C, independentemente da tonalidade inicial que é distinta entre polpas.

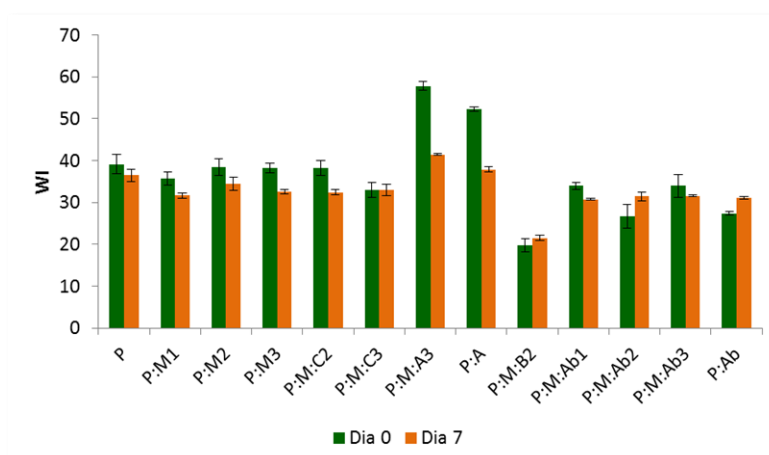


Figura 24 Valores médios do índice de esbranquiçamento (WI), das polpas seleccionadas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5 °C (Barras de dispersão correspondem ao DP).

As polpas de pêra e de pêra em mistura com maçã acentuaram ( $p < 0,05$ ) os níveis de escurecimento durante 7 dias de armazenagem. Faz-se notar ainda que os níveis iniciais registados no dia 0 (35-38) corresponderam, desde logo, a um afastamento à cor branca da polpa dos frutos em fresco, atribuído à imediata oxidação enzimática pós processamento.

As polpas com introdução de ananás mantiveram no dia 0 níveis de escurecimento mínimos, correspondentes à manutenção de cor esbranquiçada / amarelada dos frutos em mistura. Este

facto atribuiu-se à prevenção efectiva das oxidações enzimáticas quer pelo efeito antioxidante quer pelo abaixamento do pH, atribuídos ao ananás. A polpa P:M:A<sub>3</sub> que compreende na sua formulação maçã, foi a que denotou um maior escurecimento durante a armazenagem, facto que poderá ser atribuído à introdução de mais compostos fenólicos por parte da maçã e em consequência mais substratos fenólicos para as reacções de escurecimento.

As polpas com introdução de abóbora e de cenoura, de tonalidade laranja mais ou menos intensa de acordo com a proporção em mistura, mostraram quer aumentos quer diminuições do índice WI. Na tonalidade laranja, estas variações inconsistentes não podem ser interpretadas da mesma forma que nas polpas de pêra e mistura de pêra com maçã. Nestes casos deverão ser considerados em discussão outros parâmetros de cor. De qualquer forma, as variações de WI face aos registos iniciais foram pequenas e demonstraram o efeito de inibição das reacções de escurecimento pela capacidade antioxidante dos carotenos presentes nas matérias-primas.

A polpa com introdução de beterraba (P:M:B<sub>2</sub>) revelou a manutenção ( $p < 0.05$ ) dos níveis de WI durante a armazenagem, demonstrando a efectividade de inibição das reacções de oxidação por parte deste hortícola.

#### 3.2.4.2 pH e TSS

Nas Figuras 25 e 26 (Quadro C2, Anexo 6) apresenta-se a evolução dos valores médios de pH e teor de sólidos solúveis das polpas armazenadas (5 °C) durante 7 dias.

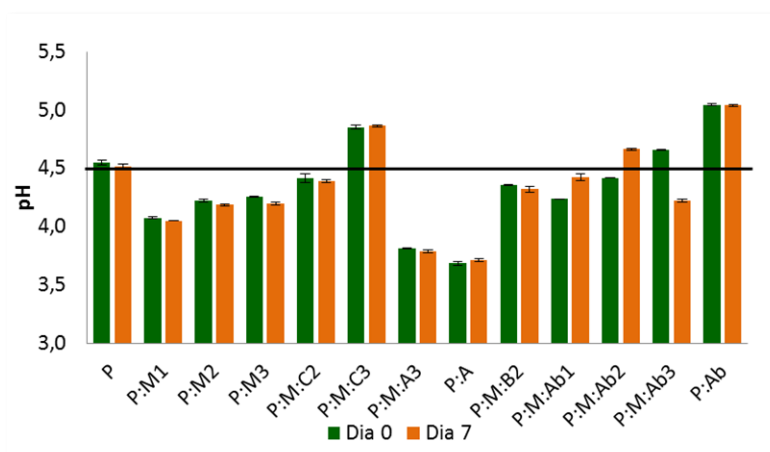


Figura 25 Valores médios de pH das polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5°C (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Os valores de pH das polpas reflectem os valores de acidez das matérias-primas e, em algumas situações, da respectiva proporção em mistura. Nas polpas de pêra e pêra em mistura com maçã estes valores vão diminuindo (4,6; 4,3; 4,3 e 4,1) à medida que a proporção de incorporação de maçã é maior (0; 20; 33,3; e 50%), em resultado da maior acidez deste fruto.

No caso das formulações com hortícolas (abóbora, cenoura e beterraba) e, de acordo com a sua menor acidez em comparação com os frutos (pêra, maçã e ananás), verificou-se na generalidade um efeito de elevação dos valores de pH com o aumento da respectiva incorporação.

Para a abóbora, as polpas P:M:Ab<sub>2</sub> (14,3% abóbora), P:M:Ab<sub>3</sub> (28,6% abóbora) e P:Ab (50% abóbora) apresentaram valores de pH crescentes com o aumento da respectiva proporção na mistura. Foi excepção a este comportamento a amostra P:M:Ab<sub>1</sub> (5,8% abóbora) apresentando o valor de pH mais elevado (de 5 unidades).

A polpa P:M:B<sub>2</sub>, com 14,3% de beterraba, registou um valor de pH (4,4) dentro da gama de variação das amostras P e P:M (a variar entre 4,1 a 4,6).

Nas polpas com cenoura verificou-se que o aumento da proporção deste hortícola na mistura fez elevar os valores de pH quando a respectiva proporção é de 28,6%.

Após processamento, todas as polpas que excederam o valor de pH de 4,5 foram: P:Ab e P:M:Ab<sub>3</sub> com introdução de abóbora (5,0 e 4,7 unidades de pH, respectivamente) e a P:M:C<sub>3</sub> com introdução de 28,3% de cenoura (4,9 unidades de pH).

Todas as polpas testadas verificaram a manutenção ( $p < 0.05$ ) dos valores de pH ao longo da armazenagem em refrigeração (5 °C).

O teor em sólidos solúveis totais expressa indirectamente a doçura das polpas e os valores registados nas diferentes formulações testadas reflectem os valores de TSS das matérias-primas. No entanto, nas polpas, a introdução de diferentes proporções do mesmo HF funcional não se correlacionou com o TSS final das mesmas (Figura 26).

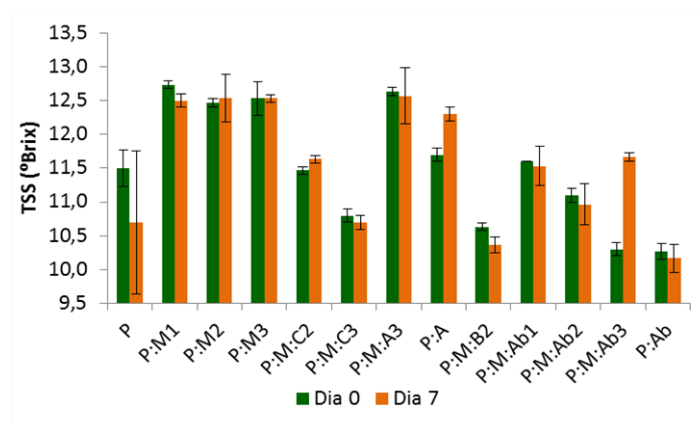


Figura 26 Valores médios do conteúdo de sólidos solúveis das polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5°C (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Em média, o TSS das diferentes polpas situou-se em cerca de 12 °Brix, tendo as formulações com introdução de abóbora e cenoura obtido os valores mais baixos (em média 11 °Brix).

A variação do TSS das diferentes polpas durante a armazenagem em refrigeração (5 °C) não foi significativa, nunca excedendo em média o valor de 0,1 unidades. Excepção a este comportamento foi a polpa P:M:Ab<sub>3</sub> (28,6% abóbora), cujo conteúdo em sólidos solúveis aumentou 1,4 unidades durante 7 dias em refrigeração, sem explicação aparente (Figura 26).

### 3.2.4.3 Conteúdo Fenólico Total

Na Figura 27 (Quadro C2, Anexo 6) apresenta-se a evolução dos valores médios do conteúdo fenólico total das polpas armazenadas durante 7 dias (5 °C).

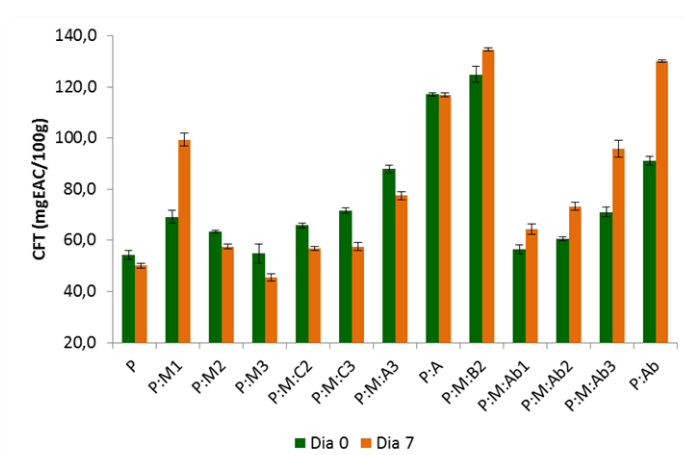


Figura 27 Valores médios do conteúdo fenólico total das polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5 °C (Barras de dispersão correspondem ao DP).



O CFT das polpas, na generalidade, aumentou com a introdução do HF funcional. De salientar que este aumento foi muito significativo nas polpas com introdução de ananás, de beterraba e de uma formulação com abóbora (P:Ab), em comparação com a polpa de pêra (P), tendo-se contabilizado no mínimo valores duplos de CFT.

A armazenagem durante 7 dias em refrigeração não alterou significativamente o CFT. No entanto, verificou-se para as formulações P:M:Ab<sub>3</sub> e P:Ab a elevação significativa deste teor. As polpas referidas têm introdução de abóbora, que é um hortícola rico em fibra. Poder-se-ia conjecturar que a hidrólise enzimática da fibra, que se sabe ocorrer em condições de refrigeração, poderá ter contribuído para facilitar a extracção dos compostos fenólicos ao sétimo dia, e justificar o referido aumento.

#### 3.2.4.4 Índice de Consistência e Índice de Escoamento

Na Figura 28 apresentam-se os valores médios do índice de consistência e do índice de escoamento das polpas logo após processamento e ao fim de 7 dias de armazenagem (5 °C).

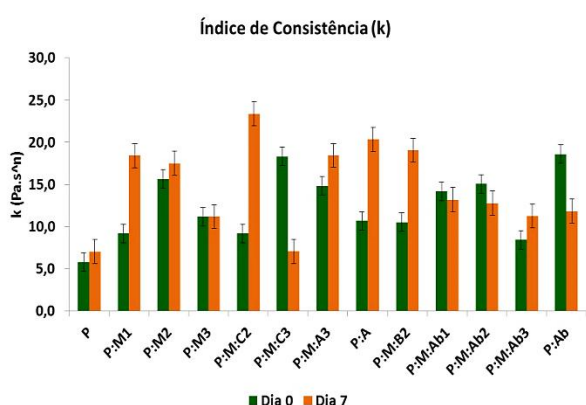


Figura 28 Valores médios do índice de consistência (k) das polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5°C (Barras de dispersão correspondem ao DP).

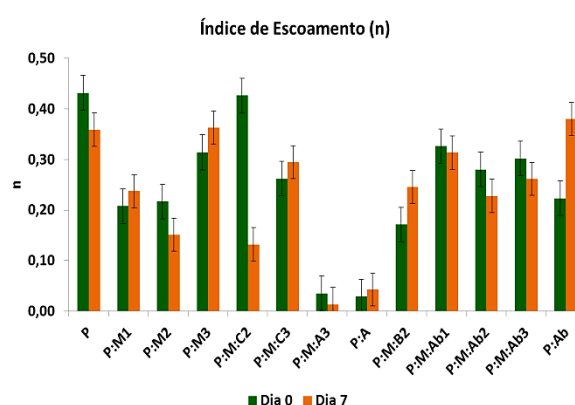


Figura 29 Valores médios do índice de escoamento (n) das polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5°C (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Logo após processamento (dia 0) (Figura 28), verifica-se que os valores de consistência nas amostras P e P:M variaram entre 6 e 16 Pa.s<sup>n</sup>, de acordo com as diferentes proporções de pêra e maçã. As polpas P:Ab e P:M:C<sub>3</sub> foram aquelas que apresentaram valores de consistência mais elevados (18,6 e 18,3 Pa.s<sup>n</sup>, respectivamente) logo após processamento. A incorporação de maiores percentagens de abóbora e cenoura (50% e 28,6%, respectivamente) poderá justificar

estes resultados tendo em conta que os tecidos destas matérias-primas são fibrosos. No entanto, só nas formulações à base de cenoura é que se verificou uma relação proporcional entre aumento da percentagem incorporada e o aumento da consistência da polpa.

Ao longo dos 7 dias de armazenagem, para a generalidade das polpas, verificou-se o aumento dos valores de consistência (P, P:M<sub>1</sub>, P:M<sub>3</sub>, P:M:A<sub>3</sub>, P:A, P:M:Ab<sub>3</sub>, P:M:B<sub>2</sub> e P:M:C<sub>2</sub>) pela acção das enzimas pectinases. Nas polpas P, P:M<sub>1</sub> e P:M<sub>3</sub> as variações de consistência registadas não apresentam significado estatístico. No entanto, as polpas P:Ab, P:M:Ab<sub>2</sub> e P:M:C<sub>3</sub> registaram diminuições significativas deste índice, facto justificado pela possível ocorrência de hidrólise enzimática da fibra que ocorreu durante o período de armazenagem.

No que respeita ao índice de escoamento (n), os valores inferiores a 1 (Figura 29) para todas as amostras demonstraram que as diferentes polpas eram fluidos não *newtonianos* reofluidificantes. Ao fim de uma semana de armazenagem para algumas amostras foram obtidos valores de n significativamente diferentes, no entanto essas diferenças não demonstraram alterações nas características do fluido.

#### 3.2.4.5 Microrganismos Totais a 30°C

Na Figura 30 (Quadro C2, Anexo 6) apresentam-se as contagens de microrganismos aeróbios a 30 °C das polpas durante 7 dias de armazenagem (5 °C).

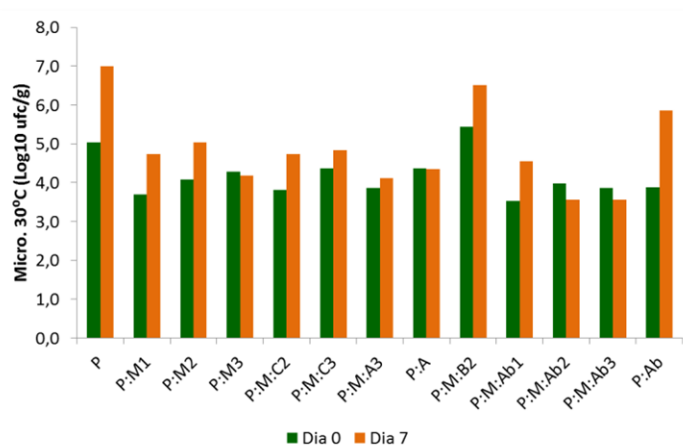


Figura 30 Valores médios para a contagem de microrganismos aeróbios a 30°C nas polpas após processamento (dia 0) e ao final de 7 dias de armazenagem a 5°C.

Com a excepção das polpas de pêra (P) e da polpa com introdução de beterraba (P:M:B<sub>2</sub>), a contaminação média inicial, logo após processamento é de *ca* de 4 ciclos Log para os

microrganismos aeróbios a 30°C. As exceções assinaladas apresentaram uma contaminação superior de *ca* de 5 ciclos Log.

Na maioria das situações verificou-se desenvolvimento microbiológico durante os 7 dias de armazenagem (5 °C). Os aumentos contabilizados variaram de 1 ciclo (P:M<sub>2</sub>, P:M<sub>3</sub>, P:M:C<sub>2</sub>, P:M:B<sub>2</sub> e P:M:Ab<sub>1</sub>) a 2 ciclos Log (P e P:Ab). As variações nas contagens microbiológicas verificadas nas restantes polpas não correspondem a diferenças com significado estatístico.

### 3.2.4.6 Avaliação Sensorial

No Quadro 8 apresenta-se uma súmula das classificações da análise sensorial, dos atributos cor, cheiro, sabor e apreciação global das polpas após 7 dias de armazenagem.

Quadro 8 Valores médios ( $\pm$  DP) da avaliação sensorial das polpas após 7 dias de armazenagem.

Id_amstras	Cor	Sabor	Cheiro	Apreciação Global	Comentários dos provadores
P	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	Cor castanha; Sabor doce; Ap. global não aceitável
P:M <sub>1</sub>	1,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	Cor acastanhada; Sabor pouco doce e maior acidez; Ap. global não aceitável
P:M <sub>2</sub>	1,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	1,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,5	1,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	Cor acastanhada; Sabor doce; Ap. global não aceitável
P:M <sub>3</sub>	1,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	1,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,5	1,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	Cor acastanhada; Sabor pouco doce / Maior acidez; Ap. global não aceitável
P:M:C <sub>2</sub>	2,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,5	2,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,5	Cor laranja boa; Sabor pouco agradável mas doce; cheiro bom; Ap. global pouco aceitável
P:M:C <sub>3</sub>	2,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	Cor laranja boa; Sabor e cheiro excessivo a cenoura; Ap. global pouco aceitável
P:M:A <sub>3</sub>	2,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,5	4,5 <sup>d</sup> $\pm$ 0,5	5,0 <sup>d</sup> $\pm$ 0,5	5,0 <sup>d</sup> $\pm$ 0,5	Cor amarela (com bastante acastanhamento); Sabor agradável e doce; Ap. global muito aceitável
P:A	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,5	4,5 <sup>d</sup> $\pm$ 0,5	5,0 <sup>d</sup> $\pm$ 0,5	5,0 <sup>d</sup> $\pm$ 0,5	Cor amarela (com acastanhamento); Sabor agradável e doce; Alguma separação de fases; Ap. global muito aceitável
P:M:B <sub>2</sub>	5,0 <sup>d</sup> $\pm$ 1,0	2,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,5	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,5	3,5 <sup>c</sup> $\pm$ 0,5	Cor vermelha boa; Sabor e cheiro pouco aceitáveis; Ap. global aceitável
P:M:Ab <sub>1</sub>	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	2,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,5	Cor laranja; Sabor aceitável; Ap. global pouco aceitável
P:M:Ab <sub>2</sub>	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,5	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	2,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,5	Cor laranja boa; Sabor doce e bom; Cheiro pouco agradável; Ap. global pouco aceitável
P:M:Ab <sub>3</sub>	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,5	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	Cor laranja boa; Sabor e cheiro desagradável; Ap. global não aceitável
P:Ab	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,5	2,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,5	1,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	Cor laranja boa; Sabor muito doce; Cheiro desagradável a “erva”; Ap. global não aceitável

P-pêra; M-maçã; C-cenoura; A-ananás; B-beterraba; Ab-abóbora.

O efeito da introdução de quantidades crescentes de maçã a nível sensorial, logo após o processamento das polpas (P, P:M<sub>1</sub>, P:M<sub>2</sub> e P:M<sub>3</sub>), incluiu o respectivo amarelecimento / acastanhamento, bem como a alteração do sabor, designadamente perda de percepção de doçura dada a acidez intrínseca deste fruto. Estes efeitos foram agravados com a armazenagem (7 dias) tendo para todas as situações alcançado níveis de rejeição.

A introdução de cenoura, apesar de conferir uma cor laranja bastante apelativa, introduziu nas polpas sabor e cheiro muito intensos que apesar de característicos deste hortícola não foram bem aceites pelo painel de provadores.

As polpas com ananás e beterraba foram as que obtiveram classificações mais elevadas de apreciação global. Nas polpas de ananás com classificações máximas de sabor e cheiro foram, no entanto, depreciadas em termos das classificações de cor revelando escurecimentos, sobretudo para a formulação P:M:A<sub>3</sub>. A apreciação global da polpa de beterraba esteve sobretudo na dependência das classificações de cor, tendo em conta que os níveis de sabor e cheiro obtiveram classificações medianas.

A qualidade das matérias-primas, nomeadamente a variedade e / ou o estado de maturação dos HF exerce uma grande influência na qualidade sensorial das polpas. Este facto foi visível com a utilização neste ensaio de uma variedade de abóbora diferente. Assim, a abóbora utilizada apresentou uma cor laranja mais acentuada, bem como sabor e cheiro igualmente intensos, face à utilizada no ensaio anterior. A incorporação deste hortícola foi positiva para a cor do produto, no entanto a influência no sabor e cheiro revelou-se com carácter depreciativo.

### ***3.2.5 Considerações intercalares***

Na **Fase I** foi possível concluir que a presença de maçã nas formulações, independentemente do nível de incorporação, promoveu reacções de escurecimento enzimático com impacto negativo na aceitação das polpas. Este efeito tornou-se crítico nas polpas de tonalidade predominantemente branca ou amarela, tal como aconteceu nas situações de misturas com ananás.

Na **Fase II** foram seleccionadas as formulações com introdução de ananás e de beterraba que validaram a hipótese H<sub>2</sub>: **P:M:A<sub>3</sub>**, **P:A** e **P:M:B<sub>2</sub>**. As misturas com ananás - **P:M:A<sub>3</sub>** e **P:A** porque demonstraram possuir um nível de apreciação sensorial máximo. No entanto, o nível de escurecimento registado ao final de 7 dias indica que é necessário intervir na prevenção das reacções de escurecimento. No entanto, a formulação **P:M:A<sub>3</sub>** não foi considerada nos estudos seguintes, tendo em conta o efeito mencionado anteriormente da introdução de maçã. A formulação **P:M:B<sub>2</sub>** foi seleccionada por apresentar conteúdos máximos em compostos fenólicos totais e pela boa aceitação e estabilidade da tonalidade vermelha.

### 3.3 Optimização das polpas seleccionadas

#### 3.3.1 Objectivo

Este ensaio teve por objectivo optimizar as formulações seleccionadas no ensaio anterior - **P:A** e **P:M:B<sub>2</sub>**, de forma a garantir a aceitabilidade e a estabilidade das mesmas, baseado nas seguintes hipóteses:

Hipótese H<sub>3</sub>: A adição de sumo de limão (1, 1,5 e 2%) nas formulações de polpas com ananás e com beterraba contribui para elevar a aceitação sensorial e / ou a segurança do produto em comparação com as polpas sem adição do mesmo.

Hipótese H<sub>4</sub>: A adição de morango (2 e 30%) nas formulações de polpa com beterraba, em substituição parcial à mesma, contribui para elevar aceitação sensorial.

#### 3.3.2 Delineamento experimental

Nas polpas seleccionadas, **P:A** e **P:M:B<sub>2</sub>**, a adição de sumo de limão (1, 1,5 e 2%) e, a substituição parcial de beterraba por morango (2 e 30%), cumpriu as proporções descritas no Quadro 9. Para o efeito, prepararam-se 200 g por amostra (cf. ponto 2.2.1). As amostras foram armazenadas (5 °C), até ao momento de análise para os atributos: Cor CIELab (ao final de 0 e 30 minutos, temperatura ambiente), pH e avaliação sensorial. Foi efectuada a comparação dos resultados médios ( $\pm$  DP).

Quadro 9 Formulações de polpas em estudo com identificação da natureza e percentagem de cada HF em mistura – Variantes às formulações de ananás e beterraba.

Id._Amostra	Constituição Percentual		Pêra (%)	Maçã (%)	Ananás (%)	Beterraba (%)	Morango (%)	Sumo Limão (%)
F1_0	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub>	Polpas de ananás	50	-	50	-	-	0
F1_1	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub> _L <sub>1%</sub>		50	-	50	-	-	1
F1_1,5	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub> _L <sub>1,5%</sub>		50	-	50	-	-	1,5
F1_2	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub> _L <sub>2%</sub>		50	-	50	-	-	2
F2_0	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub>	Polpas de beterraba	72	24	-	4	0	0
F2_1	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub> _L <sub>1%</sub>		72	24	-	4	0	1
F2_1,5	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub> _L <sub>1,5%</sub>		72	24	-	4	0	1,5
F2_2	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub> _L <sub>2%</sub>		72	24	-	4	0	2
F3_0	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub>		72	24	-	2	2	0
F3_1	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub> _L <sub>1%</sub>		72	24	-	2	2	1
F3_1,5	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub> _L <sub>1,5%</sub>		72	24	-	2	2	1,5
F3_2	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub> _L <sub>2%</sub>		72	24	-	2	2	2
F4_0	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub>		50	16	-	4	30	0
F4_1	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1%</sub>		50	16	-	4	30	1
F4_1,5	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1,5%</sub>		50	16	-	4	30	1,5
F4_2	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>2%</sub>		50	16	-	4	30	2
F5_0	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub>		66	0	-	4	30	0
F5_1	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1%</sub>		66	0	-	4	30	1
F5_1,5	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1,5%</sub>		66	0	-	4	30	1,5
F5_2	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>2%</sub>		66	0	-	4	30	2

P-pêra; A-ananás; B-beterraba; L-sumo de limão; Mo-morango.

### 3.3.3 Resultados e discussão

#### 3.3.3.1 Efeito da adição de sumo de limão

Nas polpas de ananás, as variações de cor em função da adição de sumo de limão, (expressas pelo índice WI na Figura 31 (Quadro D1, Anexo7)), foram no máximo de 3,6 unidades e de 3,0 unidades, em função da período de tempo (0 e 30 min). Por sua vez, nas polpas com beterraba (Figura 32), essas variações foram de 4,9 e 1,5 unidades de WI. Variações desta ordem de grandeza não são perceptíveis visualmente de onde se conclui a ausência de efeitos quer pela introdução de sumo de limão, quer pelo período de 30 min testados.

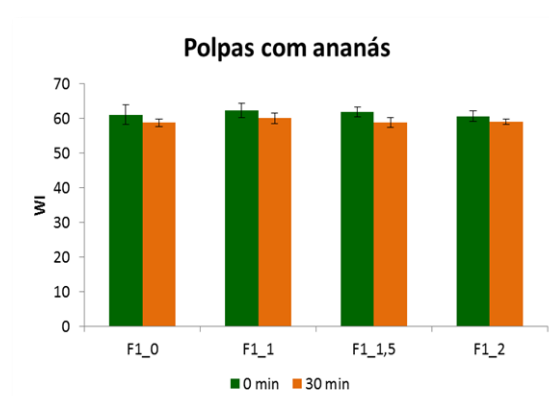


Figura 31 Valores médios do WI das polpas com ananás após processamento e ao final de 30 min (Barras de dispersão correspondem ao DP).

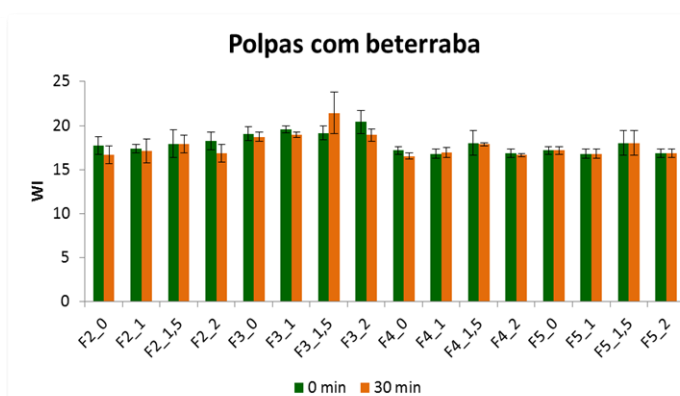


Figura 32 Valores médios do WI das polpas com beterraba após processamento e ao final de 30 min (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Nas Figuras 33 e 34 (Quadro D1, Anexo7) apresentam-se os valores médios de pH das polpas de ananás e de beterraba, em função da adição de quantidades crescentes de sumo de limão.

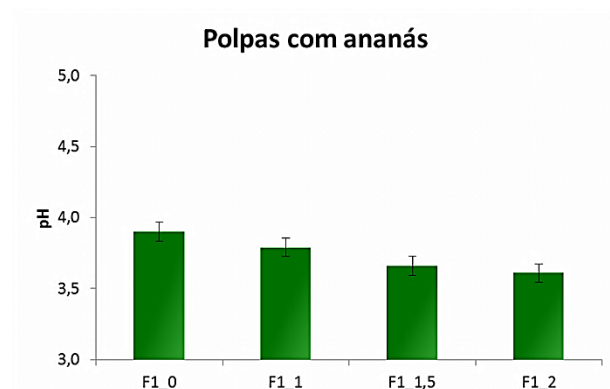


Figura 33 Valores médios de pH das polpas de ananás após processamento (Barras de dispersão correspondem ao DP).

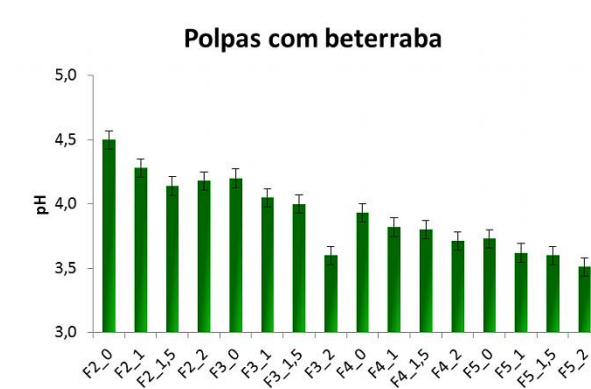


Figura 34 Valores médios de pH das polpas de beterraba após processamento (Barras de dispersão correspondem ao DP).

As diferenças entre os valores de pH das polpas de ananás com e sem adição de sumo de limão foram no máximo de 0,3 unidades (3,9 – 3,6). Tendo em conta o afastamento ao valor crítico de 4,5, as referidas diferenças não apresentam qualquer significado fisiológico, nomeadamente no que respeita à segurança do produto. Em contraste, nas polpas de beterraba, a adição de sumo de limão contribuiu em todas as situações testadas para o decréscimo dos valores de pH (ca de 1 unidade) face ao valor crítico de 4,5. Este efeito revelou-se proporcional com o aumento da proporção de limão, independentemente dos outros ingredientes em mistura.

No Quadro 10 apresentam-se as classificações médias dos atributos cor e sabor, e respectiva apreciação global (análise sensorial) das polpas de ananás e beterraba.

Quadro 10 Classificações médias dos atributos (cor, sabor e apreciação global) das polpas de ananás e beterraba logo após processamento e ao fim de 30 minutos.

Id._Amostra	Constituição Percentual	Cor		Sabor		Apreciação Global	
		0 min	30 min	0 min	30 min	0 min	30 min
F1_0	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub>	3,2 <sup>bc</sup> ± 0,4	3,0 <sup>bc</sup> ± 0,7	3,6 <sup>efg</sup> ± 0,5	3,8 <sup>fg</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 1,1	4,4 <sup>ghi</sup> ± 0,5
F1_1	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub> _L <sub>1%</sub>	3,2 <sup>bc</sup> ± 0,4	3,2 <sup>bc</sup> ± 0,4	3,0 <sup>de</sup> ± 0,0	3,0 <sup>de</sup> ± 0,0	3,8 <sup>efg</sup> ± 0,4	3,6 <sup>def</sup> ± 0,5
F1_1,5	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub> _L <sub>1,5%</sub>	3,2 <sup>bc</sup> ± 0,4	3,6 <sup>cd</sup> ± 0,5	2,6 <sup>cd</sup> ± 0,5	2,6 <sup>cd</sup> ± 0,5	3,8 <sup>efg</sup> ± 0,4	3,0 <sup>cd</sup> ± 0,7
F1_2	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub> _L <sub>2%</sub>	3,2 <sup>bc</sup> ± 0,4	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	2,4 <sup>bcd</sup> ± 0,5	2,4 <sup>bcd</sup> ± 0,5	3,0 <sup>cd</sup> ± 0,7	3,0 <sup>cd</sup> ± 0,7
F2_0	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub>	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	2,0 <sup>a</sup> ± 0,0	2,2 <sup>bc</sup> ± 0,4	1,0 <sup>a</sup> ± 0,0	2,0 <sup>b</sup> ± 0,7	1,0 <sup>a</sup> ± 0,0
F2_1	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub> _L <sub>1%</sub>	2,6 <sup>ab</sup> ± 0,5	2,2 <sup>a</sup> ± 0,4	2,0 <sup>bc</sup> ± 0,0	1,8 <sup>b</sup> ± 0,4	1,8 <sup>b</sup> ± 0,4	1,0 <sup>a</sup> ± 0,0
F2_1,5	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub> _L <sub>1,5%</sub>	3,2 <sup>bc</sup> ± 0,4	3,3 <sup>bc</sup> ± 0,4	3,6 <sup>efg</sup> ± 0,5	3,6 <sup>efg</sup> ± 0,9	3,0 <sup>cd</sup> ± 0,0	3,0 <sup>cd</sup> ± 0,0
F2_2	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub> _L <sub>2%</sub>	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	2,6 <sup>cd</sup> ± 0,5	2,6 <sup>cd</sup> ± 0,5	2,4 <sup>bc</sup> ± 0,5	2,2 <sup>b</sup> ± 0,4
F3_0	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub>	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	3,4 <sup>ef</sup> ± 0,5	3,4 <sup>ef</sup> ± 0,5	3,2 <sup>de</sup> ± 0,4	3,2 <sup>de</sup> ± 0,4
F3_1	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub> _L <sub>1%</sub>	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	3,4 <sup>ef</sup> ± 0,5	3,4 <sup>ef</sup> ± 0,5	3,2 <sup>de</sup> ± 0,4	3,2 <sup>de</sup> ± 0,4
F3_1,5	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub> _L <sub>1,5%</sub>	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,8	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,8	3,4 <sup>de</sup> ± 0,5	3,4 <sup>de</sup> ± 0,5
F3_2	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub> _L <sub>2%</sub>	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	3,4 <sup>c</sup> ± 0,5	4,0 <sup>fgh</sup> ± 0,7	4,0 <sup>fgh</sup> ± 0,7	3,4 <sup>de</sup> ± 0,5	3,4 <sup>de</sup> ± 0,5
F4_0	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub>	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4
F4_1	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1%</sub>	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4
F4_1,5	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1,5%</sub>	4,4 <sup>e</sup> ± 0,5	4,4 <sup>e</sup> ± 0,5	4,6 <sup>h</sup> ± 0,5	4,6 <sup>h</sup> ± 0,5	4,8 <sup>hi</sup> ± 0,4	4,8 <sup>hi</sup> ± 0,4
F4_2	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>2%</sub>	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4
F5_0	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub>	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4
F5_1	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1%</sub>	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4
F5_1,5	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1,5%</sub>	4,6 <sup>e</sup> ± 0,5	4,6 <sup>e</sup> ± 0,5	4,6 <sup>h</sup> ± 0,5	4,6 <sup>h</sup> ± 0,5	5,0 <sup>i</sup> ± 0,0	5,0 <sup>i</sup> ± 0,0
F5_2	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>2%</sub>	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>de</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>gh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4	4,2 <sup>fgh</sup> ± 0,4

P-pêra; A-ananás; B-beterraba; L-sumo de limão; Mo-morango.



Nas polpas com introdução de ananás, as classificações atribuídas à cor, sabor e respectiva apreciação global, mantiveram-se durante 30 minutos, demonstrando a respectiva estabilidade. No entanto, a polpa de ananás sem adição de sumo de limão (F1\_0) foi a que demonstrou maior aceitação global pelo painel.

Nas polpas de beterraba, as classificações atribuídas à apreciação global não foram influenciados pela adição de sumo de limão.



### 3.3.3.2 Efeito da incorporação de morango

As polpas de beterraba com introdução de 30% de morango e sem adição de maçã (polpas F5), foram as que apresentaram classificações médias mais elevadas relativamente ao atributo sabor e níveis de apreciação global ( $> 4,5$ ) (Quadro 10). Com esta solução técnica, conseguiu-se eliminar o excessivo sabor a beterraba e alcançar valores de pH de 3,6 (Quadro D1, Anexo7), validando a hipótese  $H_4$ .

### 3.3.4 Considerações intercalares

As formulações optimizadas que prosseguiram para estudos pormenorizados de armazenagem foram as  $P_{50\%\_A_{50\%}}$  e  $P_{66\%\_B_{4\%\_Mo_{30\%\_L_{1,5\%}}}}$ , apresentando-se no Quadro 11, a ficha técnica de cada uma delas. Estas duas formulações passaram a designar-se por  $F_1$  e  $F_2$  respectivamente.

Quadro 11 Ficha técnica das duas polpas seleccionadas  $F_1$  e  $F_2$ .

Parâmetro \ Polpa	$P_{50\%\_A_{50\%}} (F_1)$	$P_{66\%\_B_{4\%\_Mo_{30\%\_L_{1,5\%}}} (F_2)$
pH	$3,9 \pm 0,02$	$3,6 \pm 0,01$
TSS	$12,4 \pm 0,2$	$10,7 \pm 0,3$
CFT	$110,0 \pm 9,2$	$266,5 \pm 15,2$
Micro 30 °C (Log UFC/g)	$4,1 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,3$
$L^*$	$62,8 \pm 3,6$	$25,1 \pm 2,6$
$a^*$	$-3,4 \pm 0,5$	$34,8 \pm 3,9$
$b^*$	$10,2 \pm 2,3$	$9,9 \pm 3,2$
$\%h$	$108,4 \pm 1,2$	$15,6 \pm 3,0$
Apreciação Global	$5 \pm 0,5$	$5 \pm 0,5$
Registo fotográfico		

## 4 Avaliação da estabilidade das polpas seleccionadas durante a armazenagem em refrigeração (5 °C)

### 4.1 Objectivo

Neste ensaio pretendeu-se avaliar os efeitos da introdução de HF funcionais nas formulações à base de pêra Rocha, as polpas seleccionadas  $F_1$  e  $F_2$ , bem como a aplicação de pasteurização, na qualidade do produto durante a armazenagem (ca de 30 dias a 5 °C).

A hipótese subjacente foi:

Hipótese  $H_5$  A introdução de HF funcionais e a aplicação de tratamentos de pasteurização em duas polpas à base de pêra Rocha ( $F_1$  e  $F_2$ ) permite maximizar a bioactividade, a aceitação sensorial e o período de vida útil do produto em refrigeração (5 °C) face à polpa de pêra Rocha (100%).

### 4.2 Delineamento Experimental

Foi implementado um delineamento factorial completo a dois factores, cada um com dois níveis (Quadro 12), testando-se para o efeito: o tipo de formulação (formulações previamente optimizadas – cf. ponto 3.3) e a aplicação ou não, de tratamento de pasteurização pelo calor.

Quadro 12 Factores (F), respectivos níveis (n) e identificação.

n \ F	Factores (F), respectivos níveis (n) e identificação.	
	Tipo de formulação	Tipo de conservação
1	$F_1$ [50% pêra: 50%ananás]	<b>P</b> [Com Pasteurização]
2	$F_2$ [66% pêra: 4% beterraba: 30% morango: 1,5% sumo de limão]	<b>NP</b> [Sem pasteurização]

Nota: F – factor; n- nível. As condições de pasteurização optimizadas noutro estudo para as polpas  $F_1$  e  $F_2$  foram os binómios: 95 °C/10 min e 90 °C/10 min, respectivamente.

A combinação completa resultou em 4 tipos de amostras identificadas como:  $F_1P$ ,  $F_1NP$ ,  $F_2P$  e  $F_2NP$ . Incluiu-se ainda a preparação de amostras “controlo”, constituídas exclusivamente por

polpa de pêra Rocha ( $B_1$  e  $B_2$ ), por forma a contabilizar o acréscimo da bioactividade alcançado com as formulações  $F_1$  e  $F_2$ .

Segundo o procedimento descrito no ponto 2.2.1, prepararam-se as polpas  $F_1$  e  $F_2$  (cerca de 8 kg cada) com o embalamento das mesmas em sacos (8; cerca de 100 g cada) por tipo de amostra e por dia de análise (5 datas). As amostras do tipo **P** foram pasteurizadas após embalagem segundo o procedimento descrito no ponto 2.2.2.

Os binómios tempo-temperatura utilizados na pasteurização das polpas foram otimizados noutro estudo no âmbito do mesmo projecto. Desta forma, os tratamentos térmicos aplicados foram de 95 °C – 10 min e de 90 °C – 10 min, respectivamente para as polpas  $F_1$  e  $F_2$ .

A quantidade de matérias-primas exigida para cumprir o referido delineamento obrigou ao desfasamento das datas dos ensaios de avaliação das polpas  $F_1$  e  $F_2$ . As amostras  $B_1$  e  $B_2$  foram preparadas e embaladas segundo os mesmos procedimentos, tendo a amostra  $B_1$  sido analisada a par da  $F_1P$  e  $F_1NP$ , e a amostra  $B_2$  aquando da  $F_2P$  e  $F_2NP$ .

Todas as amostras foram avaliadas segundo o seguinte protocolo: pH, TSS, Cor CIELab, CFT, actividade da POD, índice de consistência, contagem de microrganismos a 30 °C e análise sensorial. O período de armazenagem de cerca de 30 dias teve as seguintes datas de análise: [0, 3, 7, 15 e 30] e, [0, 4, 7, 19 e 32], para as polpas  $F_1$  e  $F_2$ , respectivamente. A avaliação microbiológica não foi efectuada na segunda data considerada (ao final de 3 e de 4 dias para polpas  $F_1$  e  $F_2$ , respectivamente). O tratamento estatístico dos resultados incluiu a análise de variância ANOVA.

## **4.3 Resultados e discussão**

### **4.3.1 pH, TSS e CFT**

Nas Figuras 35 e 36 e nos Quadros 13 e 14 (Quadros E1 e E2, Anexo 8), apresentam-se respectivamente os valores médios de pH, CFT e TSS, referentes às amostras consideradas no delineamento, bem como dos respectivos controlos, durante o período total de armazenagem (5 °C).

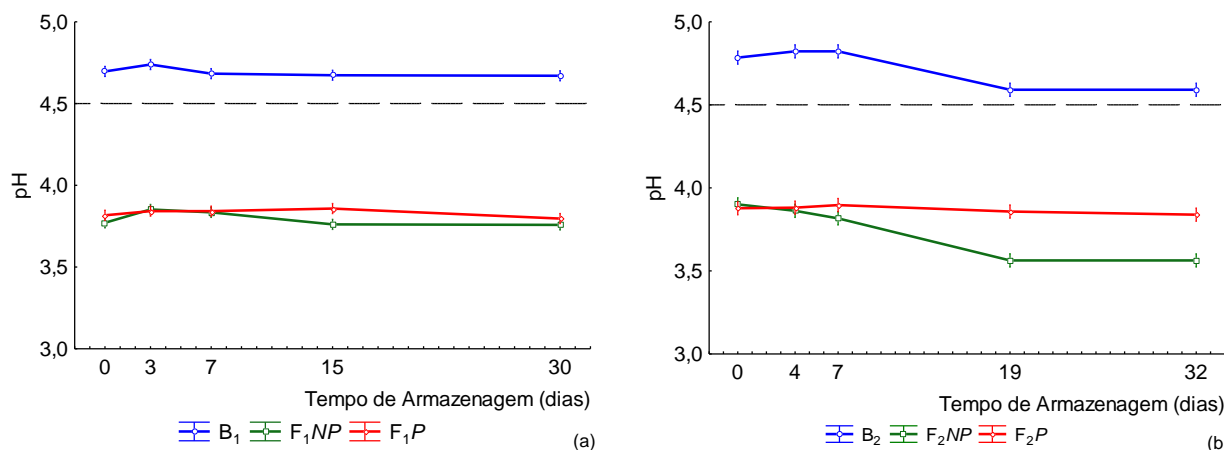


Figura 35 Valores médios de pH avaliados nas amostras F1 (a) e F2 (b), com e sem pasteurização (*P* e *NP*) e, nas amostras controles B1 e B2, ao longo do período de armazenagem (5 °C) (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Nas amostras B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> (100% pêra) foram determinados valores de pH de *ca* de 4,7, superiores ao limite crítico de 4,5 (Figura 35). Tal como se referiu anteriormente, esta situação é desfavorável para a segurança microbiológica do produto (cf. ponto 3.1.2). Os valores de pH determinados nas amostras F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>, de 3,8 e 3,9, foram significativamente inferiores a B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>, respectivamente e, igualmente inferiores ao valor crítico de 4,5, traduzindo mais uma vez a importância de introduzir, nas formulações, matérias-primas de natureza mais ácida (cf. ponto 3.1.2).

Os valores de pH nos dois tipos de polpas (F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>) não foram alterados ( $p > 0,05$ ) sob efeito da pasteurização. A única diferença com significado ( $p < 0,05$ ) surgiu da comparação de F<sub>2</sub>P com F<sub>2</sub>NP, e correspondeu a uma diminuição de 0,3 unidades o que em si não apresenta qualquer significado prático em termos de conservação do produto.

Os valores de pH nos dois tipos de polpas (F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>) não denotaram variações significativas ao longo dos respectivos períodos de armazenagem, apresentando variações médias de 0,1 unidades e máxima de 0,3 unidades.

Quadro 13 TSS médios e desvios padrão avaliados nas amostras  $F_1$ , com e sem pasteurização ( $P$  e  $NP$ ) e respectivo controlo  $B_1$  ao longo do período de armazenagem (5 °C).

Id._Amostra	Armazenagem (dias)	TSS (°Brix)
$B_1$	0	10,8 <sup>abc</sup> ± 0,3
	3	10,7 <sup>ab</sup> ± 0,3
	7	11,0 <sup>abcd</sup> ± 0,3
	15	10,6 <sup>a</sup> ± 0,2
	30	10,6 <sup>a</sup> ± 0,5
$F_1NP$	0	12,4 <sup>de</sup> ± 0,2
	3	11,8 <sup>abcde</sup> ± 0,8
	7	12,0 <sup>abcde</sup> ± 0,8
	15	12,2 <sup>cde</sup> ± 1,1
	30	12,6 <sup>e</sup> ± 0,5
$F_1P$	0	12,1 <sup>bcde</sup> ± 0,4
	3	11,8 <sup>abcde</sup> ± 0,7
	7	12,1 <sup>bcde</sup> ± 0,6
	15	12,1 <sup>bcde</sup> ± 0,9
	30	12,7 <sup>e</sup> ± 0,5

Nota: Letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

Quadro 14 TSS médios e desvios padrão avaliados nas amostras  $F_2$ , com e sem pasteurização ( $P$  e  $NP$ ) e respectivo controlo  $B_2$  ao longo do período de armazenagem (5 °C).

Id._Amostra	Armazenagem (dias)	TSS (°Brix)
$B_2$	0	11,3 <sup>cde</sup> ± 0,1
	4	11,4 <sup>de</sup> ± 0,3
	7	11,8 <sup>e</sup> ± 0,5
	19	11,7 <sup>de</sup> ± 0,3
	32	11,7 <sup>de</sup> ± 0,2
$F_2NP$	0	10,7 <sup>abc</sup> ± 0,3
	4	10,2 <sup>a</sup> ± 0,3
	7	10,4 <sup>a</sup> ± 0,2
	19	10,6 <sup>ab</sup> ± 0,2
	32	10,6 <sup>ab</sup> ± 0,2
$F_2P$	0	10,5 <sup>ab</sup> ± 0,2
	4	10,7 <sup>abc</sup> ± 0,4
	7	10,7 <sup>abc</sup> ± 0,4
	19	10,7 <sup>abc</sup> ± 0,2
	32	11,1 <sup>bcd</sup> ± 0,2

Nota: Letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

O tipo de formulação ( $F_1$  e  $F_2$ ) alterou significativamente o TSS em relação aos respectivos controlos ( $B_1$  e  $B_2$ ), verificando-se acréscimos ( $p<0,05$ ) de *ca* de 1,6 °Brix e decréscimos ( $p<0,05$ ) de *ca* de 1 °Brix para  $F_1$  e  $F_2$ , respectivamente. Tal como se constatou anteriormente (cf. ponto 3.1.2) esta variação decorre directamente das características de doçura das matérias-primas envolvidas na mistura. O TSS das amostras  $F_1NP$  vs  $F_1P$  e  $F_2NP$  vs  $F_2P$  não revelou diferenças significativas ( $p>0,05$ ). Da mesma forma ao longo da armazenagem não foram contabilizadas variações com significado ( $\leq 1$  °Brix), independentemente do tipo de amostras. Estes comportamentos traduzem a ausência de efeitos, sobre o conteúdo em sólidos solúveis, quer da pasteurização, quer da armazenagem (5 °C).

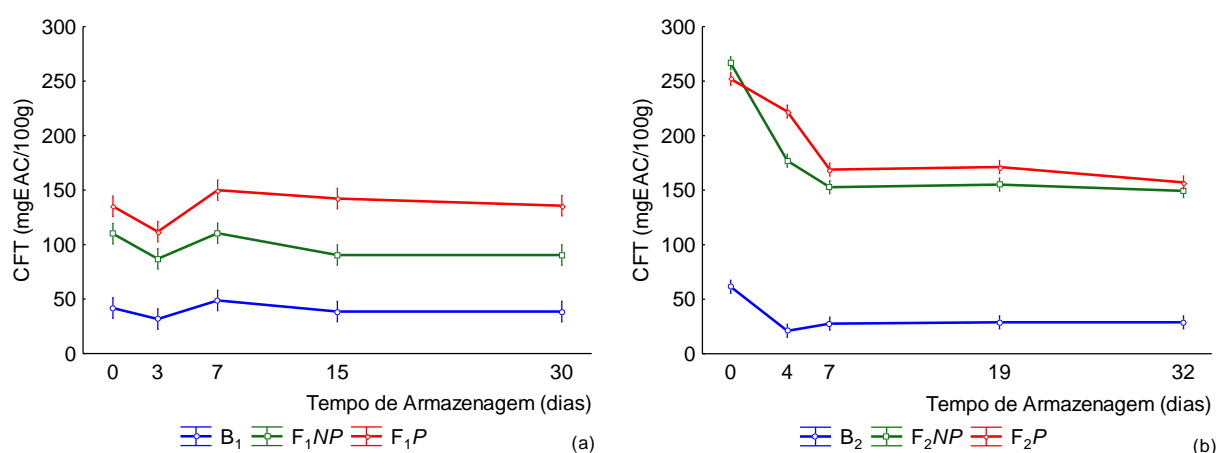


Figura 36 Valores de CFT (mg EAC/100g) avaliados nas amostras  $F_1$  (a) e  $F_2$  (b), com e sem pasteurização ( $P$  e  $NP$ ) e, nas amostras controlos  $B_1$  e  $B_2$ , ao longo do período de armazenagem (5 °C) (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Da análise dos gráficos apresentados na Figura 36 é possível verificar que o CFT médio das amostras foi influenciado significativamente pela introdução do HF funcional nas misturas, como referido no ponto 3.1.2. Desta forma, a amostra  $F_1$  denotou um acréscimo de *ca* de 275% (110,0 mg EAC/100g) e a  $F_2$  de *ca* de 430% (266,5 mg EAC/100g), face às amostras controlo (40 mg EAC/100g e 60 mg EAC/100g respectivamente  $B_1$  e  $B_2$ ).

Pela comparação de valores no dia 0 verifica-se que o CFT nas amostras  $F_1$  e  $F_2$  não foi significativamente alterado sob o efeito da pasteurização. No entanto, ao longo do período de armazenagem, na formulação com introdução de ananás, foi possível contabilizar diferenças significativas, entre as amostras  $F_1NP$  e  $F_1P$  a partir do 7º dia. A  $F_1NP$  manteve sem variações os teores iniciais (dia 0; 110,0 mg EAC/100g) e a  $F_1P$  manteve os valores avaliados no dia 7 (135,1 mg EAC/100g) durante o restante período de armazenagem. Para as amostras  $F_2$  o

comportamento foi distinto. Nestas o CFT sofreu variações significativas com a armazenagem, diminuição ( $p<0.05$ ) no intervalo inicial de 7 dias e manutenção ( $p>0,05$ ) até ao final dos 32 dias, independentemente da pasteurização. Esta diminuição inicial de CF pode ser justificada pelo consumo destes compostos em reacções de origem não enzimática.

#### 4.3.2 Actividade enzimática da POD

Na Figura 37 (Quadros E1 e E2, Anexo 8), é apresentada a evolução da actividade da enzima POD (U/ml), referente às amostras consideradas no delineamento, bem como os respectivos controlos, durante a armazenagem.

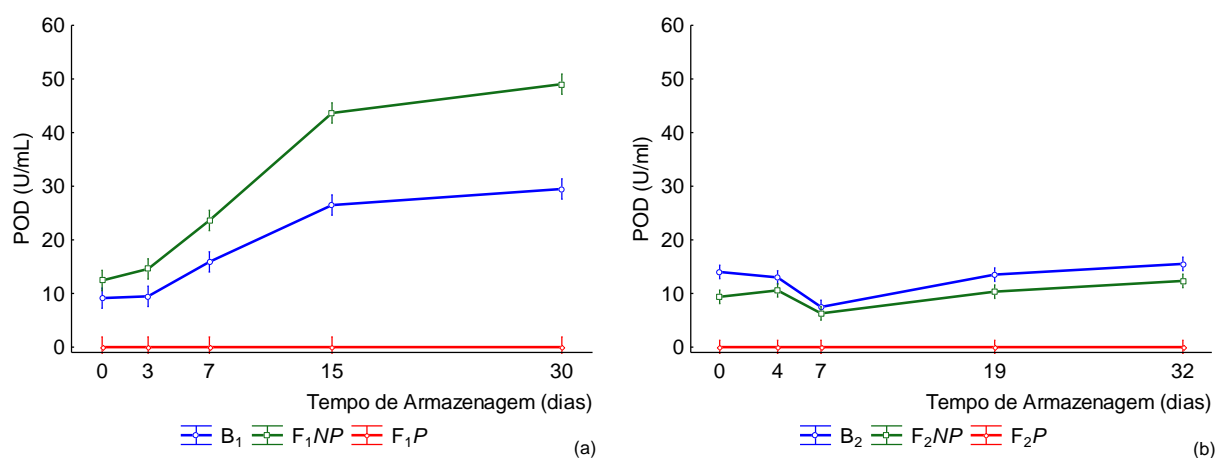


Figura 37 Valores de actividade POD (U/ml) médios nas amostras F<sub>1</sub> (a) e F<sub>2</sub> (b), com e sem pasteurização (P e NP) e nas amostras controlos B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>, ao longo do período de armazenagem (5 °C) (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Os tratamentos de pasteurização revelaram-se eficazes na inibição total da POD de acordo com os valores avaliados nas amostras pasteurizadas (actividade enzimática não detectada), independentemente do tipo de amostra. Nestas, a ausência de actividade enzimática durante o período total de armazenagem traduziu ainda um nível de desnaturação irreversível da POD.

Nas amostras não pasteurizadas (B<sub>1</sub> e F<sub>1</sub>NP) foi possível verificar o aumento da actividade enzimática ( $p<0,05$ ) no intervalo inicial de 15 dias (de 9 U/ml e 12 U/ml para 26 U/ml e 44 U/ml respectivamente), mantendo-se sem variações ( $p>0,05$ ) até ao último dia de análise (dia 30). Já para a formulação F<sub>2</sub> (amostras B<sub>2</sub> e F<sub>2</sub>NP) os níveis da actividade da POD mantiveram-se inalterados face aos valores iniciais (dia 0) durante o total da armazenagem. O comportamento distinto de F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> poderá ser justificado pela presença de diferentes compostos antioxidantes nas duas formulações. Neste sentido, a presença maioritária de antocianinas na F<sub>2</sub> foi responsável pelo controlo da actividade das oxirredutases,

nomeadamente a POD e a PPO, uma vez que estes compostos antioxidantes não são consumidos nas reacções de origem enzimática.







### 4.3.3 COR CIELab

Nos Quadros 15 e 16 (quadros E3 e E4, Anexo 8) são apresentadas respectivamente as evoluções dos parâmetros de cor  $^{\circ}h$  e WI, para as polpas  $F_1$  e  $F_2$ , com e sem pasteurização ( $P$  e  $NP$ ) e nas amostras controlos,  $B_1$  e  $B_2$ , durante a armazenagem.

#### 4.3.3.1 Tonalidade $^{\circ}h$

A adição de HF funcionais nas polpas de base pêra proporcionou-lhes cores apelativas. A introdução de ananás imprimiu uma tonalidade amarela e a introdução de morango e beterraba, tonalidades rosa forte, tal como é possível observar nos registos fotográficos (Quadros 15 e 16). Por outro lado, as referidas misturas promoveram, após processamento (dia 0), uma maior estabilidade de cor, uma vez que as amostras  $F_1$  e  $F_2$ , independentemente da pasteurização, não sofreram o rápido acastanhamento avaliado nas amostras  $B_1$  e  $B_2$ .

Quadro 15 Valores médios de tonalidade  $^{\circ}h$  ( $\pm$  DP) avaliados nas amostras  $F_1$ , com e sem pasteurização ( $P$  e  $NP$ ) e respectivo controlo  $B_1$  ao longo da armazenagem ( $5^{\circ}C$ ) e correspondentes registos fotográficos.

Id._Amostra	Tempo de Armazenagem (dias)	$^{\circ}h$	Registo fotográfico	
			Dia 0	Dia 30
$B_1$	0	$63,7^a \pm 2,8$		
	3	$67,9^a \pm 7,9$		
	7	$64,4^a \pm 3,5$		
	15	$77,1^b \pm 4,6$		
	30	$77,1^b \pm 0,4$		
$F_1NP$	0	$100,6^d \pm 1,0$		
	3	$83,9^c \pm 3,7$		
	7	$76,8^b \pm 2,7$		
	15	$74,4^b \pm 3,1$		
	30	$74,4^b \pm 0,4$		
$F_1P$	0	$102,2^d \pm 1,1$		
	3	$102,8^d \pm 0,7$		
	7	$103,3^d \pm 1,9$		
	15	$101,7^d \pm 0,8$		
	30	$100,3^d \pm 0,4$		




Nota: Letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .



A aplicação da pasteurização não afectou a alteração da tonalidade das amostras (comparação no dia 0), independentemente do tipo de formulação ( $F_1$  e  $F_2$ )

O efeito da pasteurização na alteração da tonalidade só tem significado ( $p < 0,05$ ) para a formulação  $F_1$ , na medida em que a amostra não pasteurizada denotou decréscimos de  $^{\circ}h$  face aos valores iniciais (dia 0) (no sentido de amarelo para o castanho) até ao 7<sup>o</sup> dia (inclusive), enquanto a amostra pasteurizada ( $F_1P$ ) não apresentou quaisquer variações ( $p > 0,05$ ) de tonalidade.

Quadro 16 Valores médios de tonalidade  $^{\circ}h$  ( $\pm DP$ ) avaliados nas amostras  $F_2$ , com e sem pasteurização ( $P$  e  $NP$ ) e respectivo controlo  $B_2$  ao longo da armazenagem (5  $^{\circ}C$ ) e correspondentes registos fotográficos.

Id._Amostra	Tempo de Armazenagem (dias)	$^{\circ}h$	Registo fotográfico	
			Dia 0	Dia 32
$B_2$	0	$70,0^e \pm 3,3$		
	4	$74,2^{ef} \pm 4,4$		
	7	$74,2^{ef} \pm 6,1$		
	19	$78,8^f \pm 5,0$		
	32	$78,8^f \pm 3,4$		
$F_2NP$	0	$7,9^{abc} \pm 2,9$		
	4	$15,3^{cd} \pm 5,5$		
	7	$17,3^d \pm 4,5$		
	19	$12,6^{bcd} \pm 7,0$		
	32	$12,6^{bcd} \pm 3,4$		
$F_2P$	0	$8,9^{abc} \pm 0,9$		
	4	$10,3^{abcd} \pm 4,7$		
	7	$11,1^{abcd} \pm 4,3$		
	19	$3,9^a \pm 3,3$		
	32	$6,7^{ab} \pm 3,4$		

Nota: Letras diferentes representam diferenças significativas para  $p = 0,05$ .

Para a formulação  $F_2$  não se verificaram alterações de tonalidade ao longo do período de armazenagem, independentemente da aplicação do tratamento térmico de pasteurização ( $F_2NP$  e  $F_2P$ ), no entanto foi visível o escurecimento enzimático sobretudo nas amostras sem tratamento.

#### 4.3.3.2 WI

Foi possível verificar (Quadros E3 e E4, Anexo 8) que as amostras B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> apresentaram um imediato afastamento à cor branca característica da pêra (*ca* de 38), facto atribuído à imediata oxidação enzimática após processamento, referida anteriormente (cf. ponto 3.2.3.1). O índice WI apresenta uma ligeira tendência ( $p>0,05$ ) de aumento durante a armazenagem. Este comportamento de aparente estabilidade só se justifica porque os desvios ao escurecimento inicial ocorreram logo após processamento, tendo em conta que os valores de WI que caracterizam o branco da pêra situam-se em *ca* de 75 unidades.

Nas duas formulações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>, a pasteurização não promoveu alterações significativas no índice WI logo após processamento das polpas (dia 0). No entanto, tal como na discussão da evolução da tonalidade, o efeito da pasteurização foi responsável pela prevenção do escurecimento na polpa F<sub>1</sub>, conquanto só nas amostras F<sub>1NP</sub> é que se registaram variações com significado ( $p<0.05$ ).

De acordo com a estabilidade dos parâmetros °h e WI nas amostras pasteurizadas (F<sub>1P</sub> e F<sub>2P</sub>) concluiu-se mais uma vez a importância deste tratamento na inibição da actividade enzimática responsável pelas reacções de oxidação, nomeadamente da polifenoloxidase (PPO) e da peroxidase (POD).

#### 4.3.4 Índice de Consistência e Índice de Escoamento

Na análise dos resultados médios do índice de consistência de todas as amostras consideradas ao longo da armazenagem (Quadros E1 e E2, Anexo 8), verificou-se que a introdução de HF funcionais às polpas de pêra Rocha e o tratamento de pasteurização não exerceram qualquer influência ( $p>0,05$ ) na consistência das mesmas, com diferenças máximas de 1,4 Pa.s<sup>n</sup> e de 2 Pa.s<sup>n</sup> para as polpas F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>, respectivamente.

Relativamente ao índice de escoamento, mais uma vez se verificou que as amostras se tratavam de fluidos não *newtonianos* reofluidificantes, dado os valores de *n* inferiores a 1 (Quadros E1 e E2, Anexo 8). Ao longo do período de armazenagem constatou-se, que tal como no índice de consistência, a introdução de HF funcionais às polpas de pêra Rocha e o tratamento de pasteurização não exerceram qualquer influência na alteração das características do fluido.

### 4.3.5 Microrganismos Totais 30 °C

Na Figura 38 (Quadros E5 e E6, Anexo 8) é apresentada a evolução da carga microbiana (Log UFC/g), referente às amostras consideradas no delineamento, bem como os respectivos controles.

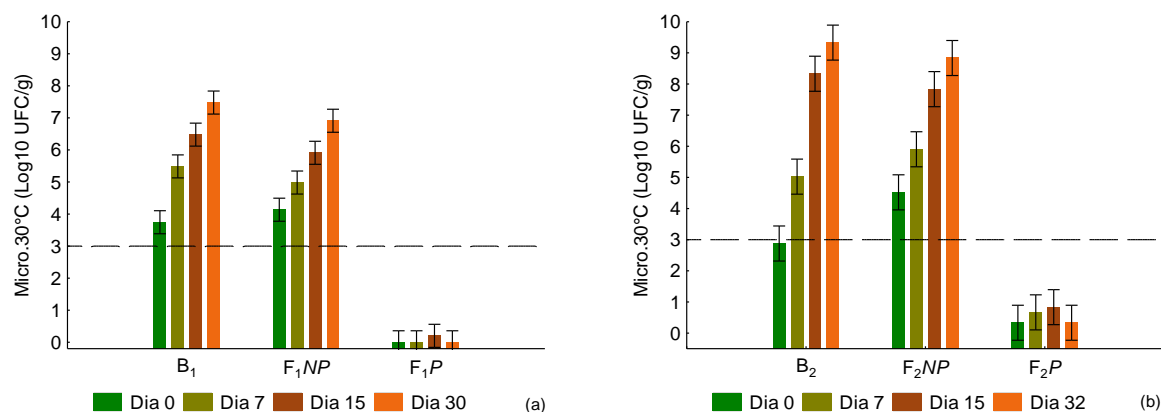


Figura 38 Contagens médias de microrganismos a 30 °C nas amostras F<sub>1</sub> (a) e F<sub>2</sub> (b), com e sem pasteurização (P e NP) e, nas amostras controles B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>, ao longo do período de armazenagem (5 °C) (Barras de dispersão correspondem ao DP).

Da Figura 38, verificou-se que o nível de contaminação inicial das polpas foi de *ca* de 3 ciclos Log para as amostras B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> e de *ca* de 4 ciclos Log nas amostras F<sub>1</sub>NP e F<sub>2</sub>NP. Constatou-se que a introdução dos HF funcionais promoveu o aumento ( $p < 0,05$ ) de 1 ciclo Log provavelmente atribuído a níveis distintos de contaminação inicial nas matérias-primas em jogo.

Nas amostras F<sub>1</sub>P e F<sub>2</sub>P as contagens de microrganismos a 30 °C foram inferiores a 10 UFC / g, o que demonstrou a eficácia da pasteurização na eliminação da flora de contaminação vegetativa.

Nas amostras F<sub>1</sub>NP, F<sub>2</sub>NP e nos controles B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> o desenvolvimento microbiológico ao longo do período total de armazenagem foi expressivo tendo-se contabilizado aumentos de *ca* de 3, 4, 4 e 6 ciclos Log, respectivamente. Nas polpas pasteurizadas não foi verificado desenvolvimento microbiano, demonstrando a eficácia deste tratamento na destruição das formas vegetativas dos microrganismos.

### 4.3.6 Análise Sensorial

Nos Quadros 17 e 18 apresentam-se os resultados da avaliação sensorial para os atributos cor, sabor e cheiro (de cariz hedónico) nas polpas  $F_1$  e  $F_2$ , com e sem pasteurização ( $P$  e  $NP$ ), e nas amostras controlos  $B_1$  e  $B_2$ , durante a armazenagem.

Quadro 17 Classificações médias ( $\pm DP$ ) dos atributos cor, sabor e cheiro nas amostras  $F_1$ , com e sem pasteurização ( $P$  e  $NP$ ) e respectivo controlo  $B_1$  ao longo da armazenagem (5 °C).

Id._Amostra	Tempo de Armazenagem (dias)	Cor	Sabor	Cheiro
$B_1$	0	1,3 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,6	1,6 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,0	1,6 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,8
	3	1,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,1	1,1 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3	1,2 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,4
	7	1,3 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,7	1,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,8	1,9 <sup>abc</sup> $\pm$ 1,1
	15	1,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4	1,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4	1,5 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,6
	30	1,1 <sup>a</sup> $\pm$ 0,2	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	1,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4
$F_1NP$	0	4,0 <sup>de</sup> $\pm$ 0,7	4,5 <sup>de</sup> $\pm$ 0,8	4,6 <sup>d</sup> $\pm$ 1,0
	3	2,6 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,0	2,7 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,0	2,6 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,1
	7	3,3 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,9	3,3 <sup>cd</sup> $\pm$ 1,0	2,7 <sup>c</sup> $\pm$ 1,0
	15	2,6 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,5	2,6 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,7	2,7 <sup>c</sup> $\pm$ 1,0
	30	2,1 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,7	1,6 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,8	1,6 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,7
$F_1P$	0	5,1 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,9	5,0 <sup>e</sup> $\pm$ 1,0	4,6 <sup>d</sup> $\pm$ 1,4
	3	4,5 <sup>def</sup> $\pm$ 1,5	5,4 <sup>e</sup> $\pm$ 0,7	5,4 <sup>d</sup> $\pm$ 0,8
	7	5,4 <sup>f</sup> $\pm$ 0,8	5,4 <sup>e</sup> $\pm$ 0,8	5,2 <sup>d</sup> $\pm$ 1,0
	15	5,4 <sup>f</sup> $\pm$ 0,8	5,4 <sup>e</sup> $\pm$ 0,8	5,2 <sup>d</sup> $\pm$ 1,0
	30	5,2 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,8	5,2 <sup>e</sup> $\pm$ 0,9	4,7 <sup>d</sup> $\pm$ 0,8

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

Quadro 18 Classificações médias ( $\pm DP$ ) dos atributos cor, sabor e cheiro nas amostras  $F_2$ , com e sem pasteurização ( $P$  e  $NP$ ) e respectivo controlo  $B_2$  ao longo da armazenagem (5 °C).

Id._Amostra	Tempo de Armazenagem (dias)	Cor	Sabor	Cheiro
$B_2$	0	1,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,8	1,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,5	1,7 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,9
	4	1,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,7	1,4 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,6	1,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,5
	7	1,4 <sup>a</sup> $\pm$ 1,0	1,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	1,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,8
	19	1,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4	1,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4	1,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6
	32	1,1 <sup>a</sup> $\pm$ 0,2	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	1,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4
$F_2NP$	0	5,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,8	4,6 <sup>e</sup> $\pm$ 0,5	4,8 <sup>d</sup> $\pm$ 0,7
	4	3,0 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,0	2,7 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,7	4,6 <sup>d</sup> $\pm$ 0,6
	7	3,1 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,3	3,0 <sup>d</sup> $\pm$ 0,8	3,5 <sup>c</sup> $\pm$ 0,8
	19	2,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,7	2,5 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,5	2,6 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,5
	32	2,4 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,6	1,7 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,7	1,8 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,8
$F_2P$	0	5,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,5	5,4 <sup>e</sup> $\pm$ 0,7	5,4 <sup>d</sup> $\pm$ 0,7
	4	5,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,8	4,9 <sup>e</sup> $\pm$ 1,2	5,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,7
	7	4,4 <sup>cd</sup> $\pm$ 1,5	5,1 <sup>e</sup> $\pm$ 0,8	5,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,7
	19	4,4 <sup>cd</sup> $\pm$ 1,5	5,1 <sup>e</sup> $\pm$ 0,8	5,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,7
	32	4,1 <sup>cd</sup> $\pm$ 1,3	4,6 <sup>e</sup> $\pm$ 0,7	5,1 <sup>d</sup> $\pm$ 0,6

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

Os controles B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> demonstraram, durante todo o período de armazenagem, uma aceitação sensorial bastante baixa, com a atribuição de valores médios <2 para todos os atributos em avaliação (Quadros 17 e 18).

O aumento relativo ( $p < 0,05$ ) das classificações médias dos atributos em avaliação entre F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>, e respectivos brancos (polpa 100% pêra), demonstra o efeito positivo da introdução dos HF funcionais.

Após processamento das polpas (dia 0), a influência da pasteurização nos diferentes atributos testados não alterou as classificações atribuídas face às amostras não pasteurizadas. No entanto, a partir do 7º dia verificaram-se diferenças ( $p < 0,05$ ) entre amostras pasteurizadas e não pasteurizadas. As classificações atribuídas à amostra F<sub>1</sub>NP revelam a intensificação do escurecimento, a perda de sabor e cheiro característicos (classificação < 3). Na amostra F<sub>2</sub>NP os resultados traduzem igualmente alterações de sabor e cheiro bem como da percepção da cor (cor < 3). As polpas pasteurizadas, pelo contrário, não sofreram alterações sensoriais significativas durante o período total de armazenagem.

#### 4.3.7 *Análise Centesimal*

No Quadro 19 é apresentado o resultado da análise centesimal realizada às polpas F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>.

Quadro 19 Resultado da análise centesimal realizada às polpas F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>.

	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
Humidade (%)	87,00	88,50
Gordura total (%)	0,00	0,00
Proteína (%)	0,00	0,00
Açúcares totais (%)	12,14	10,27
Redutores (%)	4,20	5,80
Sacarose (%)	7,94	4,47
Fibra (%)	0,63	0,81
Cinza total (%)	0,26	0,43
Valor energético (kcal / 100g)	49,00	41,00

A composição centesimal das polpas F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> (Quadro 19) revela que são produtos com elevado teor de humidade. À semelhança das matérias-primas, apresentam baixos teores proteicos e

lipídicos. As biomoléculas mais representativas são os açúcares. Tendo em conta o valor energético calculado, as polpas  $F_1$  e  $F_2$ , podem ser considerados produtos de baixo teor calórico.

#### **4.4 Conclusão**

Nas formulações  $F_1$  e  $F_2$ , os tratamentos de pasteurização demonstraram eficácia na estabilidade oxidativa, microbiológica e sensorial, mantendo as polpas níveis de aceitação durante de *ca* de 30 dias de armazenagem (5 °C).

O acréscimo em bioactividade, pela introdução de HF funcionais, contabilizado indirectamente pelo CFT, foi de 275% e de 430%, para as polpas  $F_1$  e  $F_2$ , respectivamente, comparativamente com as polpas controlo de 100% pêra Rocha.

## Conclusões Gerais

---

No desenvolvimento de polpas de hortofrutícolas à base de pêra Rocha e do processo tecnológico, foram testadas numa primeira fase diferentes formulações com o objectivo de avaliar os efeitos de incorporação de diferentes proporções de maçã, ananás, beterraba, cenoura e abóbora com pêra Rocha (mínimo de 50%), concluindo-se:

- Nove formulações de entre 20 testadas verificaram, logo após a trituração das matérias-primas, maior estabilidade oxidativa, melhor aceitação sensorial e maior teor em compostos bioactivos face à polpa de pêra Rocha (100%).

A introdução de maçã nas formulações, independentemente do nível de incorporação, promoveu reacções de escurecimento enzimático com impacto negativo na aceitação das polpas de tonalidade branca ou amarela, como sucedeu nas misturas com ananás. Este facto deve-se provavelmente ao teor elevado de compostos fenólicos presentes na maçã e à respectiva disponibilização como substratos nas reacções da polifenoloxidase (PPO).

A incorporação de cenoura e de abóbora nas formulações revelou-se problemática em termos de aceitação do sabor na dependência da variedade utilizada. Acrescem ainda os níveis baixos de açúcares e de acidez desfavoráveis para a aceitação sensorial e potencial de conservação das polpas, respectivamente.

De entre as formulações seleccionadas as polpas que compreenderam a mistura de ananás e beterraba foram as que obtiveram níveis mais elevados de aceitação sensorial e de composição bioactiva revelando igualmente uma maior estabilidade físico-química e microbiológica (7 dias, 5 °C). Na subsequente optimização destas formulações conclui-se:

- Na polpa de pera Rocha em mistura com ananás:

A adição de sumo de limão para todas as concentrações testadas (1, 1,5 e 2%) não influenciou os valores de pH das polpas e contribuiu para diminuir a aceitação sensorial das mesmas.



- Na polpa de pêra Rocha em mistura com beterraba:

A incorporação de morango (30%) revelou-se benéfica devido ao acréscimo em compostos aromáticos, cujo efeito foi significativo no aumento da aceitação sensorial do cheiro e sabor destas polpas.

A adição de sumo de limão (1,5 %) exerceu efeitos de diminuição do valor de pH do produto, abaixo do limite crítico de 4,5 (produto ácido), favorável no aumento do potencial de conservação e segurança do mesmo. Este acerto na formulação não influenciou a aceitação sensorial do produto.

Da avaliação dos efeitos de tratamentos de pasteurização e da armazenagem (30 dias, 5 °C) nas duas formulações de polpas optimizadas – F<sub>1</sub> [Pêra Rocha (50%): Ananás (50%)] e F<sub>2</sub> [Pêra Rocha (66%): Beterraba (4%): Sumo de limão (1,5%)], conclui-se:

As condições de pasteurização utilizadas nas polpas F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> (95 °C/10 min e 90 °C/10 min, respectivamente) foram efectivas na inactivação enzimática prevenindo a oxidação das polpas e, contribuindo para a redução efectiva da contaminação inicial com manutenção das contagens para os mesófilos totais dentro de limites aceitáveis (< 2 x 10<sup>3</sup> UFC/g).

A implementação da tecnologia proposta para as polpas F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> demonstrou ainda efeitos significativos na elevação da composição bioactiva, na aceitação sensorial e no prolongamento do período de vida útil (mínimo de 30 dias) em comparação com a polpa de pêra Rocha (100%).

A implementação da tecnologia proposta representa um contributo importante para o desenvolvimento de um novo conceito de produto - polpas de hortofrutícolas sem recurso à utilização de químicos de síntese, inexistente no mercado nacional, criando valor acrescentado à pêra Rocha, canalizando os excedentes de produção deste fruto, e diversificando a oferta de produtos derivados de hortofrutícolas.

## **Referências Bibliográficas**

---

- ✓ Abreu, M (2002). Frutos minimamente processados. Características e tecnologias de conservação. Trabalho de síntese apresentado para as provas de acesso à categoria de Assistente de Investigação no Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (INETI). pp. 108.
- ✓ Abreu, M., Beirão-da-Costa, S., Gonçalves, E.M., Beirão-da-Costa, M.L., & Moldão-Martins M. (2003). Use of mild heat pre-treatments for quality retention of fresh-cut 'Rocha' pear. *Postharvest Biology and Technology*. 30, pp. 153-160.
- ✓ Afonso, M., Fonseca, I., Vieira, M.M.C., Silva, C.L.M. e Venâncio, A. (1998). Determinação de propriedades térmicas de frutos tropicais: polpa e néctar de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e de Açaí (*Euterpe olerácea*). BIOTEC.
- ✓ Alegria, C., Pinheiro, J., Gonçalves, E., Fernandes, I., Moldão, M., & Abreu, M. (2009). Quality attributes of shredded carrot (*Daucus carota* L. cv. Nantes) as affected by alternative decontamination processes to chlorine. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 10 (1), pp. 61-69.
- ✓ Alegria, C.S.M. (2007). Processos de descontaminação alternativos em cenoura minimamente processada: natureza dos tratamentos e local de aplicação. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Ciências e Engenharia dos Alimentos. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. pp.119.
- ✓ ANP - Associação Nacional de Produtores de Pêra Rocha. (2012). Pêra Rocha. Obtido em Agosto de 2012, de Pêra Rocha do Oeste - Sabor de Portugal: <http://www.perarocha.pt//custompages/showpage.aspx?pageid=b6bcea81-52db-47e5-8b45-3d43b8557ab7&m=a17>.
- ✓ APED - Comissão de Produtos Alimentares e Segurança Alimentar. (2010). Código de Boas Práticas da Distribuição Alimentar. Lisboa: APED - Associação Portuguesa de Empresas de Distribuição. pp. 42.
- ✓ Barrancos, S., Abreu, M., Gonçalves, E.M., Beirão-da-Costa, S., Beirão-da-Costa, M.L., & Moldão-Martins, M. (2003). The effect of heat pre-treatment on quality and shelf-life of fresh-cut apples. *Acta Horticulturae (ISHS)*. 599, pp. 595-601.
- ✓ Bayindirli, A., Ozoglu, H. (2001). Inhibition of enzymatic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents. *Food Control. Turkey*. 13, pp. 213.

- ✓ Bifani, V.; Inostroza, J.; Cabezas, M.J.; Ihl, M. (2002). Determinación de parámetros cinéticos de peroxidasa y clorofila a en judías verdes (*Phaseolus vulgaris* cv. Win) y estabilidad del producto congelado. *Revista Afinidad de Enero* – Tomo LIX. 497, pp. 57-64.
- ✓ Bolin, H.R, Huxsoll, C.C. (1991). Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. *Journal of Food Science*. 56 (2), pp. 416-418.
- ✓ Bruce MacEvoy. (2010). Handprint. Obtido em 29 de Junho de 2012, de Watercolors: <http://www.handprint.com>.
- ✓ Brunni, M. A.; Durigan, J. F.; Oliveira, A. L. (2002). Avaliação das alterações em polpas de manga ‘Tommy-Atkins’ congeladas. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*. 24 (3), pp. 651-653.
- ✓ Campos, L.S. (2005). Entender a Bioquímica. 4ª edição. Escolar editora. Lisboa. pp. 683.
- ✓ Cardoso, A.S. (2003). Corantes e pigmentos. In:Castro, A.G. (ed.) A química e a reologia no processamento dos alimentos. Instituto Piaget. Lisboa. pp 239-262.
- ✓ Coxam, V., Delzeme, N. e Roberfroid, M. (2008). *Aliments fonctionnels*. 2.ª Edição. Lavoisier. Paris.
- ✓ Crozier, A., Lean, M.E.J., Morag, S.M., Black, C. (1997). Quantitative analysis of the flavonoid content of Commercial Tomatoes Onions. Lettuce and Celery. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47, pp. 590-595.
- ✓ Dafne (sd). “Produtos de Colorimetria - fundamentos”. Obtido em 17 de Abril de 2004. Disponível em: <http://www.dafne.pt/produtos/colorimetria/fundamentos.html>.
- ✓ Dal Ri, E.S. (2006). Avaliação do processo produtivo e da qualidade de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Recursos Naturais – Bioprospecção. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista. pp. 166.
- ✓ Decreto-lei 230/2003 de 27 de Setembro. Doces e geleias de frutos, citrinadas e creme de castanha, destinados à alimentação humana. (Diário da República I Série A, de 27 de Setembro de 2003). pp. 6323 – 6327.
- ✓ Decreto-Lei nº 243/2001 de 5 de Setembro. Qualidade da água para consumo humano. (Diário da República I Série A, de 5 de Setembro de 2001). pp. 5754-5765.

- ✓ Decreto-Lei nº 274/2000 de 9 de Novembro. Condições a que deve obedecer a utilização dos aditivos alimentares, com excepção dos corantes e edulcorantes. Diário da República I Série A de 9 de Novembro de 2000. pp. 6278-6287.
- ✓ Desorby, S.A., Netto, F.M., Labuza, T.P. (1998). Preservation of  $\beta$ -Carotene from Carrots. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 38, pp. 381-396.
- ✓ Diplock, A. T. (1994). Antioxidants and disease prevention. Molecular Aspects of Medicine. 15, pp. 293-376.
- ✓ Drlange (1994). Colour review. Drlange Application Report No. 8.0e. USA.
- ✓ EN – ISO 6865 de 2000. Animal Feeding Stuffs - Determination Of Crude Fibre Content - Method With Intermediate Filtration.
- ✓ Evangelista, J. (1994) Alimentos: um estudo abrangente. Editora Atheneu. São Paulo. pp. 466. Cit in: Dal Ri, E.S. (2006). Avaliação do Processo Produtivo e da Qualidade de Polpas de Frutas Comercializadas em Boa Vista. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Recursos Naturais – Bioprospecção. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista. pp. 166.
- ✓ Fellows, P. (2000). Food Processing Technology – Principles and Practice. Woodhead Publishing Limited. Cambridge. pp. 593.
- ✓ FIPA - Federação das Indústrias Portuguesas Agro-alimentares. (09 de Julho de 2002). Agro-Portal. Obtido em Agosto de 2012, de Segurança Alimentar: <http://www.agroportal.pt/a/2002/fipa.htm>.
- ✓ Freitas, A.C., Figueiredo, P. (2000). Conservação de Alimentos. Livro de apoio à cadeira de Conservação de Alimentos da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. pp. 203.
- ✓ Gonçalves, E. e Abreu, M. (2011). 1º Relatório de projecto. Convit 09 - Estudos Preliminares. Instituto Nacional de Recursos Biológicos, Lisboa.
- ✓ Guerzoni, E., Marchetti, R. (1987). Analysis of Yeast Flora Associated with Grape Sour Rot and of the Chemical Disease Markers. Applied and Environmental Microbiology. 53(3), pp. 571-576. Cit in: Nguyen-The, C., Carlin, F. (1994). The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 34, pp. 371-401.
- ✓ Halliwell, B. (1996). Vitamin C: antioxidant or pro-oxidant in vivo? Free Radical Research. 25, pp. 439-454.

- ✓ Harborne, J.B. (1989). General procedures and measurements of total phenolics. Cit in Harborne J.B. Ed., Plant Phenolics. "Methods in Plant Biochemistry Series": Academic Press. London. Vol. 1: pp. 1-28.
- ✓ Huxsoll C.C., Bolin, H.R. (1989). Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. Food Technology. 45 (2), pp. 124-128.
- ✓ Instrução Normativa nº1 de 7 de Janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta (7 de Janeiro de 2000). Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Brasil. pp. 21.
- ✓ Karel, M., Lund, D.B. (2003) Physical principles of food preservation – Second Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc. Nova York. pp. 639.
- ✓ Kim, J., Marshall M.R. e Wei, C. (2000). Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafood's. FAO.
- ✓ Kupferman, E. (2001). Controlled atmosphere storage of apples and perars. Washington State University – Tree Fruit Research and Extension Center. Postharvest Information Network. Washington. pp. 8.
- ✓ Laurenti, C., Clemente, E. (2005). Avaliação da actividade da peroxidase em carambola (Oxalidacia avertrhoa) em diferentes estádios de maturação. Acta Scientiarum Agronomy. Maringá. 27, pp. 159-163.
- ✓ Lavarda, L. (2011). Determinação da cinética de degradação térmica da vitamina C em polpa de acerola via aquecimento ôhmico. Trabalho de diplomação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. pp. 44.
- ✓ Martins, M.L.L. (1991). Inactivação da peroxidase em produtos vegetais. Trabalho de síntese apresentado para provas de acesso à categoria de Assistente de Investigação no Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (LNETI). Lisboa. pp. 65.
- ✓ Matta, V. M., Cabral, L. M. C., Silva, L. F. M. (2004). Suco de acerola microfiltrado: avaliação da vida-de-prateleira. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas. 24 (2), pp. 293-297.
- ✓ Matta, V., Junior, M., Cabral, L., Furtado, A. (2005). Polpa de fruta congelada. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. pp. 35.
- ✓ Moldão-Martins, M. e Empis, J. (2000). Processamentos mínimos. Sociedade Portuguesa de Inovação. pp. 98

- ✓ Moraes, I.V.M. (2006). Dossiê Técnico – produção de polpa de fruta congelada e suco de frutas. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro – Redetec. Rio de Janeiro. pp. 25.
- ✓ Mororó, R. C.(2000) Como montar uma pequena fábrica de polpas de frutas. 2ª Edição. Viçosa: Centro de Produções Técnicas. Brasil. pp. 84 .
- ✓ Nguyen-The, C., Carlin, F. (1994). The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 34, pp. 371-401.
- ✓ Norma EN ISO 4833: 2003. “Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Colony-count technique at 30°C”.
- ✓ Norma ISO 8586-1: 1993. Sensory analysis – General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part1: selected assessors.
- ✓ NP (Norma Portuguesa) 1419 de 1987. Frutos, produtos hortícolas e seus derivados. Determinação de açúcares totais, dos açúcares redutores e dos açúcares não redutores (sacarose). Técnica de Munson e Walker. Método de referência.
- ✓ NP (Norma Portuguesa) 1612 de 2006. Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação do teor de azoto total. Método de referência.
- ✓ NP (Norma Portuguesa) 1613 de 1979. Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação de matéria gorda total. Método de referência.
- ✓ NP (Norma Portuguesa) 1614 de 2009. Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação do teor de humidade. Método de referência.
- ✓ NP (Norma Portuguesa) 1615 de 2002. Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação da cinza total. Método de referência.
- ✓ Pelais, A.C.A.,Rogez, H. e Pena, R.S. (2008). Estudo da Pasteurização da Polpa de Muruci. Alimentos e Nutrição. Araraquara. 19(1), pp. 17-24.
- ✓ Pinheiro, M.J.C. (2003). Abóbora congelada: estudo do efeito de diferentes condições do processo de congelação nas propriedades físico-químicas e nutricionais da abóbora. Trabalho de fim de curso para obtenção do grau de licenciatura. Escola Superior Agrária de Santarém. Santarém. pp. 160.
- ✓ Resolução - CNNPA nº12, de 1978. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (24 de Julho de 1978). Polpas de Fruta. Brasil. pp. 75.

- ✓ Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. (1997). Antioxidant proprieties of phenolic compounds: a review. Trends in plants science. 2, pp. 152-159.
- ✓ Rodriguez-Amaya, D.B. (1997). Carotenoids in prepared, processed and stored foods. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. pp. 93.
- ✓ Santos, C.A.A., Coelho, A.F.S, Carreiro, S.C. (2008). Avaliação microbiológica de polpas de frutas congeladas. Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Campinas. 28 (4), pp. 913-915.
- ✓ Santos, I.R.C. (2009). Escurecimento enzimático em frutos: polifenoloxidase de atemóia (*Annona cherimola* Mill. X *Annona squamosa* L.). Dissertação para obtenção de grau mestre em Ciências dos Alimentos – Alimentos e Nutrição. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara. Araraquara, São Paulo. pp. 120.
- ✓ Schwimmer, S. (1981). Enzyme action and plant food texture in Source Book of Food Enzymology ed. Schwimmer, S. AVI. Wesport. US.
- ✓ Seymour, I.J., Burfoot, D., Smith, R.L., Cox, L.A., Lockwood, A. (2002). Ultrasound decontamination of minimally processed fruits and vegetables. International Journal of Food Science and Technology. 37, pp. 547-557.
- ✓ Simões, J.R.F. (2010). Efeito da aplicação de pré-tratamentos físicos na qualidade de cenoura minimamente processada. Dissertação para a obtenção de grau de mestre em Engenharia Alimentar – Tecnologia de Produtos Vegetais. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. pp. 61.
- ✓ Soares, J., Silva, A., Alexandre, J. (2001). O Livro da Pêra Rocha - Volume Primeiro. ANP - Associação Nacional de Produtores de Pêra Rocha, Cadaval.
- ✓ Souza, D. (2008). Estudo das propriedades físicas de polpas e néctares de pequenos frutos. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. pp. 191.
- ✓ Stahl, W., Sies, H. (2005). Bioactivity and protective effects of natural carotenoids: a review. Biochimica et Biophysica Acta. 1740, pp. 101-107.
- ✓ StatSoft, Inc. (2007). Software Statistica™, versão 8.0.



- ✓ Swain, T. e Hillis, W.E. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica* 1. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 10, pp.63-68.
- ✓ The World Health Report (2002). Reducing risks, promoting healthy life. Geneva, World Health Organization. pp. 230.
- ✓ Tomás-Barberán, F.A., Espín, J.C. (2001) Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81, pp. 853-876.
- ✓ Uboldi, M. N. (1989). Microorganismos deteriorantes de suco de frutas e medidas de controle. B. SBCTA. Campinas. 23 (3/4), pp. 141-160. Cit in: Feitosa, T., Oliveira, M.E.B., Bastos, M.S.R., Muniz, C.R., Oliveira, S.C.A. (1997). Perfil microbiológico de polpa de frutas produzidas e comercializadas nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte. B. CEPPA. Curitiba. 15 (1), pp. 65-74.
- ✓ Valderrama, P., Marangoni, F., Clemente, E. (2001). Efeito do tratamento térmico sobre a actividade da peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). *Ciência e Tecnologia Alimentar*. Campinas. 21 (3), pp. 321-325.
- ✓ Watada, A.E., Ling, Q. (1999). Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*. Beltsville. 15 (3), pp. 201-205.
- ✓ Webb, E. C. (1992) Enzyme nomenclature: recommendations of the nomenclature committee of international union of biochemistry and molecular biology on the nomenclature and classification of enzymes. USA: Academic Press. San Diego, California. pp. 862.



## Anexo 1      **Descritor e ficha de prova de análise sensorial utilizados no ponto 3.1**

Escala	Atributos sensoriais								
	Aparência	Cor	Sabor a pêra ou maçã	Doçura	Acidez	Cheiro	Consistência	Apreciação global	Intenção de compra
1	Não gosto nada	Muito escura	Ausente	Nada	Nada	Nada agradável	Nada coeso	Não gosto nada	Não comprava
2	Gosto pouco	Escura	Muito ligeiro	Pouco	Pouco	Pouco agradável	Pouco coeso	Gosto pouco	Difícilmente comprava
3	Gosto moderadamente	Moderadamente clara	Ligeiro	Ligeiramente	Ligeiramente	Moderadamente agradável	Moderadamente coeso	Gosto moderadamente	Talvez comprasse
4	Gosto	Clara	Moderado	Muito	Muito	Agradável	Coeso	Gosto	Provavelmente comprava
5	Gosto muito	Muito clara	Intenso	Excessivamente	Excessivamente	Muito agradável	Muito coeso	Gosto muito	Comprava

## PROVA DE ANÁLISE SENSORIAL DE POLPAS DE HORTOFRUTÍCOLAS

Data:\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Id\_Amostra:\_\_\_\_\_

Nome:\_\_\_\_\_

Idade:\_\_\_\_\_

Após provar a amostra marque com uma cruz o ponto que melhor traduz a intensidade de percepção de cada atributo.

### 1- APARÊNCIA

1	2	3	4	5
Não gosto nada	Gosto pouco	Gosto Moderadamente	Gosto	Gosto muito

### 2- COR

1	2	3	4	5
Muito escuro	Escuro	Moderadamente clara	Clara	Muito clara

#### Observação 1:

Qual a tonalidade da cor predominante da polpa?

---

### 3- SABOR A MAÇÃ

1	2	3	4	5
Ausente	Muito ligeiro	Ligeiro	Moderado	Intenso

#### 4- SABOR A PÊRA

1	2	3	4	5
Ausente	Muito ligeiro	Ligeiro	Moderado	Intenso

#### Observação 2:

Qual o sabor do fruto que predomina na mistura?

---

Detecta mais algum sabor? Se sim. Qual?

---

Detecta algum sabor estranho? Se sim. Qual?

---

#### 5- DOCE

1	2	3	4	5
Nada	Pouco doce	Ligeiramente doce	Muito doce	Excessivamente doce

#### 6- ACIDEZ

1	2	3	4	5
Nada	Pouco ácido	Ligeiramente ácido	Muito ácido	Excessivamente ácido

### 7- CHEIRO

1	2	3	4	5
Nada agradável	Pouco agradável	Moderadamente agradável	Agradável	Muito agradável

### 8- CONSISTÊNCIA

1	2	3	4	5
Nada coeso	Pouco coeso	Moderadamente coeso	Coeso	Muito coeso

#### Observação 3:

Detecta alguma granulidade na consistência da polpa?

☐ Sim ☐ Não

### 9- APRECIÇÃO GLOBAL

1	2	3	4	5
Não gosto nada	Gosto pouco	Gosto moderadamente	Gosto	Gosto muito

### 10- INTENÇÃO DE COMPRA

1	2	3	4	5
Não compraria	Difícilmente compraria	Talvez comprasse	Provavelmente compraria	Compraria

**Observação 4:**

Caso queira deixar alguma sugestão que não tenha sido contemplada nesta prova ou algum comentário sobre o produto que acabou de provar pode fazê-lo:

---

---

---

---

---

---

---

---

**MUITO OBRIGADA!**

## Anexo 2    Ficha de prova de análise sensorial utilizada nos pontos 3.2 e 3.3

### Prova Sensorial

NOME : .....

Caro Proveedor, recebeu \_ amostras de polpa codificadas. Por favor, observe, cheire e prove as amostras.

Ordene as amostras em ordem crescente em relação aos parâmetros:

#### Cor.

\_\_\_\_\_

Pior cor

Melhor cor

#### Sabor.

\_\_\_\_\_

Pior sabor

Melhor sabor

#### Cheiro.

\_\_\_\_\_

Pior cheiro

Melhor cheiro

#### Apreciação Global.

\_\_\_\_\_

Pior cheiro

Melhor cheiro

COMENTÁRIOS : .....

Data: \_\_\_\_\_



### **Anexo 3      Ficha de prova de análise sensorial utilizada no ponto 4.**

#### **Prova Sensorial**

NOME : .....

Caro Proveedor, recebeu \_ amostras de polpa codificadas. Por favor, observe, cheire e prove as amostras.

Ordene as amostras em ordem crescente em relação aos parâmetros:

##### **COR.**

\_\_\_\_\_

Pior cor

Melhor cor

##### **Sabor.**

\_\_\_\_\_

Pior sabor

Melhor sabor

##### **Cheiro.**

\_\_\_\_\_

Pior cheiro

Melhor cheiro

COMENTÁRIOS : .....

Data: \_\_\_\_\_

## Anexo 4 Resultados do ensaio de selecção de HF e respectiva proporção em mistura (ponto 3.1)

Quadro A1 Resultados médios ( $\pm$  DP) dos parâmetros pH, TSS, CFT e Cor CIELab. (Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .)

Id._Am.	Constituição Percentual	pH	TSS ( $^{\circ}$ Brix)	CFT (mgEAC/100g)	L*	a*	b*	$^{\circ}$ h
P	P <sub>100%</sub>	4,5 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,1	12,4 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,4	195,5 <sup>b</sup> $\pm$ 0,5	46,5 $\pm$ 2,9	11,0 $\pm$ 4,3	31,8 $\pm$ 11,0	71,1 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,9
P:M <sub>1</sub>	P <sub>50%</sub> _M <sub>50%</sub>	4,1 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,1	12,8 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,4	362,9 <sup>m</sup> $\pm$ 0,9	59,1 $\pm$ 3,0	1,2 $\pm$ 0,1	27,2 $\pm$ 2,0	87,5 <sup>gh</sup> $\pm$ 0,1
P:M <sub>2</sub>	P <sub>66,7%</sub> _M <sub>33,3%</sub>	4,2 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,1	12,1 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,4	305,8 <sup>i</sup> $\pm$ 0,5	51,3 $\pm$ 5,4	3,5 $\pm$ 0,3	23,9 $\pm$ 4,0	81,6 <sup>f</sup> $\pm$ 0,6
P:M <sub>3</sub>	P <sub>80%</sub> _M <sub>20%</sub>	4,3 <sup>de</sup> $\pm$ 0,1	13,0 <sup>cde</sup> $\pm$ 0,4	280,0 <sup>g</sup> $\pm$ 0,9	61,7 $\pm$ 4,3	5,0 $\pm$ 0,6	29,7 $\pm$ 2,6	80,5 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,2
P:M:C <sub>1</sub>	P <sub>47,1%</sub> _M <sub>47,1%</sub> _C <sub>5,8%</sub>	4,2 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,1	12,2 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,4	385,1 <sup>n</sup> $\pm$ 1,1	57,2 $\pm$ 1,5	12,6 $\pm$ 4,1	41,2 $\pm$ 7,0	73,3 <sup>bcd</sup> $\pm$ 2,6
P:M:C <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _C <sub>14,3%</sub>	4,5 <sup>gh</sup> $\pm$ 0,1	12,3 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,4	275,7 <sup>f</sup> $\pm$ 0,5	60,9 $\pm$ 0,2	20,3 $\pm$ 1,5	54,0 $\pm$ 2,1	69,4 <sup>b</sup> $\pm$ 0,7
P:M:C <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _C <sub>28,6%</sub>	4,8 <sup>i</sup> $\pm$ 0,1	12,2 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,4	245,4 <sup>d</sup> $\pm$ 0,9	60,9 $\pm$ 0,7	21,0 $\pm$ 1,5	54, $\pm$ 3,0	68,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,3
P:C	P <sub>50%</sub> _C <sub>50%</sub>	5,4 <sup>i</sup> $\pm$ 0,1	13,2 <sup>de</sup> $\pm$ 0,4	171,2 <sup>a</sup> $\pm$ 1,1	59,5 $\pm$ 0,8	17,8 $\pm$ 8,1	46,9 $\pm$ 9,1	70,0 <sup>b</sup> $\pm$ 5,3
P:M:A <sub>1</sub>	P <sub>47,1%</sub> _M <sub>47,1%</sub> _A <sub>5,8%</sub>	4,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,1	12,2 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,4	465,0 <sup>p</sup> $\pm$ 0,0	65,5 $\pm$ 0,2	0,4 $\pm$ 0,2	29,7 $\pm$ 0,3	89,2 <sup>h</sup> $\pm$ 0,3
P:M:A <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _A <sub>14,3%</sub>	3,9 <sup>b</sup> $\pm$ 0,1	13,2 <sup>de</sup> $\pm$ 0,4	357,5 <sup>i</sup> $\pm$ 0,0	81,9 $\pm$ 0,5	-4,6 $\pm$ 0,2	29,9 $\pm$ 0,2	98,8 <sup>i</sup> $\pm$ 0,4
P:M:A <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _A <sub>28,6%</sub>	3,9 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,1	13,2 <sup>de</sup> $\pm$ 0,4	338,6 <sup>k</sup> $\pm$ 0,5	86,1 $\pm$ 0,6	-5,4 $\pm$ 0,1	28,4 $\pm$ 1,1	100,7 <sup>i</sup> $\pm$ 0,2
P:A	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub>	3,8 <sup>a</sup> $\pm$ 0,1	14,2 <sup>e</sup> $\pm$ 0,4	418,8 <sup>o</sup> $\pm$ 0,5	82,9 $\pm$ 2,9	-5,9 $\pm$ 0,1	37,6 $\pm$ 5,2	99,0 <sup>i</sup> $\pm$ 1,1
P:M:B <sub>1</sub>	P <sub>47,1%</sub> _M <sub>47,1%</sub> _B <sub>5,8%</sub>	4,1 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,1	12,2 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,4	482,2 <sup>q</sup> $\pm$ 1,1	42,9 $\pm$ 0,5	40,4 $\pm$ 0,4	21,8 $\pm$ 0,1	28,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3
P:M:B <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _B <sub>14,3%</sub>	4,4 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,1	11,7 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,4	549,0 <sup>s</sup> $\pm$ 0,0	36,2 $\pm$ 0,2	38,6 $\pm$ 0,7	19,3 $\pm$ 0,5	26,6 <sup>a</sup> $\pm$ 0,2
P:M:B <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _B <sub>28,6%</sub>	4,6 <sup>hi</sup> $\pm$ 0,1	11,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,4	524,1 <sup>r</sup> $\pm$ 2,8	29,7 $\pm$ 0,1	35,4 $\pm$ 0,6	16,2 $\pm$ 0,4	24,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,2
P:B	P <sub>50%</sub> _B <sub>50%</sub>	5,3 <sup>k</sup> $\pm$ 0,1	11,4 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,4	614,0 <sup>t</sup> $\pm$ 1,1	26,8 $\pm$ 0,1	30,1 $\pm$ 0,0	14,3 $\pm$ 0,2	25,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3
P:M:Ab <sub>1</sub>	P <sub>47,1%</sub> _M <sub>47,1%</sub> _Ab <sub>5,8%</sub>	4,2 <sup>de</sup> $\pm$ 0,1	12,0 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,4	292,4 <sup>h</sup> $\pm$ 0,5	36,5 $\pm$ 7,0	5,5 $\pm$ 0,7	23,5 $\pm$ 1,1	76,8 <sup>de</sup> $\pm$ 1,3
P:M:Ab <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _Ab <sub>14,3%</sub>	3,9 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,1	12,2 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,4	333,2 <sup>j</sup> $\pm$ 0,5	46,9 $\pm$ 1,5	7,3 $\pm$ 0,4	27,6 $\pm$ 0,8	75,2 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,9
P:M:Ab <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _Ab <sub>28,6%</sub>	4,3 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,1	11,4 <sup>b</sup> $\pm$ 0,4	270,3 <sup>e</sup> $\pm$ 0,5	47,4 $\pm$ 3,7	4,5 $\pm$ 0,2	26,6 $\pm$ 1,6	80,4 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,2
P:Ab	P <sub>50%</sub> _Ab <sub>50%</sub>	5,0 <sup>j</sup> $\pm$ 0,1	10,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4	202,8 <sup>c</sup> $\pm$ 0,5	69,7 $\pm$ 23,7	3,0 $\pm$ 2,5	25,4 $\pm$ 20,4	83,6 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,7

Quadro A2 Resultados médios ( $\pm$  DP) dos parâmetros de análise sensorial. (Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .)

Id._Am.	Aparência	Cor	Sabor a Maçã	Sabor a Pêra	Doçura	Acidez	Cheiro	Consistência	Apreciação Global	Intenção de Compra
P	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	5,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	3,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	3,3 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,6	3,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,0	2,3 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,3	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
P:M <sub>1</sub>	2,0 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,0	2,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,00	2,7 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,6	2,3 <sup>a</sup> $\pm$ 1,2	2,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	4,0 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	3,7 <sup>cdef</sup> $\pm$ 0,6	3,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	2,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,0	1,5 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,5
P:M <sub>2</sub>	2,0 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,0	1,7 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,3	2,2 <sup>abc</sup> $\pm$ 1,0	3,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,0	2,7 <sup>a</sup> $\pm$ 1,4	4,0 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	2,7 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,6	3,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	1,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	1,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3
P:M <sub>3</sub>	2,0 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,0	1,7 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,3	2,0 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,0	2,5 <sup>a</sup> $\pm$ 1,3	2,5 <sup>a</sup> $\pm$ 1,3	4,0 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	3,3 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,6	3,3 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,6	2,3 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,6	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
P:M:C <sub>1</sub>	4,0 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,0	3,0 <sup>d</sup> $\pm$ 0,0	2,3 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,6	2,3 <sup>a</sup> $\pm$ 1,2	3,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3	4,3 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,29	3,3 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,6	3,7 <sup>b</sup> $\pm$ 0,6	2,2 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,3	1,8 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,8
P:M:C <sub>2</sub>	4,3 <sup>gh</sup> $\pm$ 0,3	4,2 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,6	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,0	2,7 <sup>a</sup> $\pm$ 1,4	3,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3	4,2 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,3	4,0 <sup>def</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>gh</sup> $\pm$ 0,0	3,0 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,0
P:M:C <sub>3</sub>	4,0 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,9	4,3 <sup>g</sup> $\pm$ 0,3	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 1,0	2,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3	3,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	4,0 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>def</sup> $\pm$ 0,0	2,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	3,3 <sup>defg</sup> $\pm$ 0,3	3,0 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,0
P:C	4,3 <sup>gh</sup> $\pm$ 0,8	4,0 <sup>efg</sup> $\pm$ 0,5	1,3 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,6	1,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	2,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,8	4,3 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,3	3,3 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,6	3,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,9	2,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,0	1,3 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,6
P:M:A <sub>1</sub>	2,7 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,3	2,8 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,3	2,8 <sup>c</sup> $\pm$ 0,3	3,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,0	3,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,5	3,7 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,3	3,8 <sup>def</sup> $\pm$ 0,3	3,7 <sup>b</sup> $\pm$ 0,3	2,3 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,3	2,3 <sup>bcde</sup> $\pm$ 0,6
P:M:A <sub>2</sub>	3,8 <sup>efgh</sup> $\pm$ 0,3	3,3 <sup>def</sup> $\pm$ 0,3	3,3 <sup>c</sup> $\pm$ 0,3	1,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3	3,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	3,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,5	3,2 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,3	3,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,3	2,8 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,3	3,0 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,0
P:M:A <sub>3</sub>	4,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>efg</sup> $\pm$ 0,0	2,7 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,6	2,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,9	3,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,9	3,7 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,6	4,2 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,3	4,2 <sup>b</sup> $\pm$ 0,3	4,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,0	4,7 <sup>g</sup> $\pm$ 0,3
P:A	4,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,0	4,3 <sup>g</sup> $\pm$ 0,3	1,3 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,6	2,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	3,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,9	3,8 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,3	4,5 <sup>f</sup> $\pm$ 0,0	3,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,8	4,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,0
P:M:B <sub>1</sub>	3,2 <sup>cdefg</sup> $\pm$ 0,8	3,7 <sup>defg</sup> $\pm$ 0,6	3,3 <sup>c</sup> $\pm$ 0,3	3,2 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,3	3,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	3,0 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	2,5 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	2,3 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,3
P:M:B <sub>2</sub>	4,0 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,5	4,0 <sup>efg</sup> $\pm$ 0,0	2,7 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,6	2,0 <sup>a</sup> $\pm$ 1,0	3,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	3,0 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	3,2 <sup>cdefg</sup> $\pm$ 0,8	2,8 <sup>de</sup> $\pm$ 0,8
P:M:B <sub>3</sub>	3,7 <sup>defgh</sup> $\pm$ 0,6	4,0 <sup>efg</sup> $\pm$ 0,0	2,2 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,3	2,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	3,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	4,2 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,3	2,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,0	3,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,3	2,7 <sup>abcde</sup> $\pm$ 0,3	2,5 <sup>cde</sup> $\pm$ 0,5
P:B	1,8 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,3	4,0 <sup>efg</sup> $\pm$ 0,0	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	2,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	2,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3	4,7 <sup>d</sup> $\pm$ 0,3	2,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	4,2 <sup>b</sup> $\pm$ 0,3	2,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,0	1,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3
P:M:Ab <sub>1</sub>	3,0 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,0	3,0 <sup>d</sup> $\pm$ 0,0	3,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,0	2,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	3,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3	4,0 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	3,8 <sup>def</sup> $\pm$ 0,3	4,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	3,7 <sup>efgh</sup> $\pm$ 0,6	2,8 <sup>de</sup> $\pm$ 0,3
P:M:Ab <sub>2</sub>	2,5 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,0	3,0 <sup>d</sup> $\pm$ 0,0	2,3 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,3	1,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	3,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3	3,8 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,3	3,5 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,0	3,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,0	3,7 <sup>efgh</sup> $\pm$ 0,3	3,0 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,0
P:M:Ab <sub>3</sub>	3,2 <sup>cdefg</sup> $\pm$ 0,3	3,2 <sup>de</sup> $\pm$ 0,3	3,2 <sup>c</sup> $\pm$ 0,3	2,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	3,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	3,8 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,3	3,8 <sup>def</sup> $\pm$ 0,3	4,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	3,8 <sup>fgh</sup> $\pm$ 0,3	2,8 <sup>de</sup> $\pm$ 0,3
P:Ab	4,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,0	4,5 <sup>g</sup> $\pm$ 0,0	1,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	3,2 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,	3,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,3	4,5 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,0	3,2 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,3	4,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	3,3 <sup>defg</sup> $\pm$ 0,3	3,0 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,0

## Anexo 5 Resultados do ensaio de avaliação da estabilidade físico-química após fabrico (ponto 3.2.3)

Quadro B1 Resultados médios ( $\pm$  DP) para o parâmetro CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , WI e TCD) para as amostras de pêra e pêra em mistura com maçã.

Id._Am.	Constituição Percentual	Tempo de armazenagem (min)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	WI	TCD
P	P <sub>100%</sub>	0	64,1 $\pm$ 1,4	-1,8 $\pm$ 0,0	9,3 $\pm$ 0,4	62,9 <sup>l</sup> $\pm$ 1,3	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	53,0 $\pm$ 1,2	2,1 $\pm$ 0,1	13,4 $\pm$ 1,4	51,1 <sup>hi</sup> $\pm$ 0,8	54,8 <sup>ghi</sup> $\pm$ 1,5
		10	48,8 $\pm$ 1,6	4,1 $\pm$ 0,2	15,9 $\pm$ 1,5	46,2 <sup>defg</sup> $\pm$ 1,2	51,5 <sup>defg</sup> $\pm$ 2,0
		15	47,1 $\pm$ 0,9	5,3 $\pm$ 0,3	16,7 $\pm$ 1,2	44,3 <sup>def</sup> $\pm$ 1,0	50,3 <sup>cde</sup> $\pm$ 0,9
		20	47,1 $\pm$ 0,7	5,6 $\pm$ 0,6	17,2 $\pm$ 2,5	44,1 <sup>def</sup> $\pm$ 1,0	50,5 <sup>cde</sup> $\pm$ 1,2
		25	46,7 $\pm$ 2,8	6,3 $\pm$ 0,4	19,1 $\pm$ 2,2	43,0 <sup>cde</sup> $\pm$ 2,0	50,9 <sup>cdef</sup> $\pm$ 3,3
		30	47,4 $\pm$ 3,2	6,4 $\pm$ 0,4	20,4 $\pm$ 2,4	43,2 <sup>cde</sup> $\pm$ 2,3	52,0 <sup>efg</sup> $\pm$ 3,8
P:M <sub>1</sub>	P <sub>50%</sub> _M <sub>50%</sub>	0	64,3 $\pm$ 3,2	-3,8 $\pm$ 0,3	19,5 $\pm$ 0,8	59,1 <sup>kl</sup> $\pm$ 2,9	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	53,4 $\pm$ 4,5	3,1 $\pm$ 1,0	24,1 $\pm$ 2,8	47,3 <sup>efgh</sup> $\pm$ 2,8	58,6 <sup>jk</sup> $\pm$ 5,2
		10	49,5 $\pm$ 2,6	6,6 $\pm$ 0,7	27,5 $\pm$ 1,7	42,0 <sup>bcd</sup> $\pm$ 1,5	57,0 <sup>ij</sup> $\pm$ 3,0
		15	45,8 $\pm$ 2,2	8,6 $\pm$ 0,6	27,4 $\pm$ 1,8	38,6 <sup>abc</sup> $\pm$ 1,4	54,1 <sup>fghi</sup> $\pm$ 2,7
		20	44,8 $\pm$ 2,6	9,2 $\pm$ 0,5	27,1 $\pm$ 2,3	37,7 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,5	53,1 <sup>efgh</sup> $\pm$ 3,3
		25	46,4 $\pm$ 2,4	9,3 $\pm$ 0,9	29,8 $\pm$ 1,8	37,9 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,4	55,9 <sup>hij</sup> $\pm$ 2,8
		30	45,8 $\pm$ 4,5	9,9 $\pm$ 1,0	29,9 $\pm$ 3,9	37,1 <sup>a</sup> $\pm$ 2,4	55,6 <sup>hij</sup> $\pm$ 5,6
P:M <sub>2</sub>	P <sub>66,7%</sub> _M <sub>33,3%</sub>	0	61,8 $\pm$ 1,1	-3,6 $\pm$ 0,1	17,0 $\pm$ 0,5	58,0 <sup>jk</sup> $\pm$ 0,9	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	52,5 $\pm$ 1,6	2,7 $\pm$ 0,4	20,9 $\pm$ 1,2	48,1 <sup>fgh</sup> $\pm$ 1,1	56,6 <sup>ij</sup> $\pm$ 1,9
		10	46,7 $\pm$ 1,8	5,3 $\pm$ 0,3	20,8 $\pm$ 2,2	42,5 <sup>cd</sup> $\pm$ 1,0	51,4 <sup>defg</sup> $\pm$ 2,4
		15	42,7 $\pm$ 1,3	7,1 $\pm$ 0,3	20,4 $\pm$ 2,2	38,7 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,6	47,8 <sup>bc</sup> $\pm$ 2,1
		20	42,2 $\pm$ 1,4	8,1 $\pm$ 0,3	21,9 $\pm$ 2,1	37,6 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,6	48,2 <sup>bcd</sup> $\pm$ 2,2
		25	40,8 $\pm$ 2,1	8,5 $\pm$ 0,4	21,0 $\pm$ 2,4	36,5 <sup>a</sup> $\pm$ 1,1	46,6 <sup>b</sup> $\pm$ 2,9
		30	40,3 $\pm$ 1,2	8,9 $\pm$ 0,6	21,4 $\pm$ 2,2	35,9 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4	46,5 <sup>b</sup> $\pm$ 2,1
P:M <sub>3</sub>	P <sub>80%</sub> _M <sub>20%</sub>	0	64,9 $\pm$ 0,6	-3,0 $\pm$ 0,2	13,2 $\pm$ 1,0	62,3 <sup>kl</sup> $\pm$ 0,7	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	62,7 $\pm$ 1,3	-0,7 $\pm$ 0,2	16,0 $\pm$ 1,2	59,3 <sup>kl</sup> $\pm$ 1,4	64,7 <sup>m</sup> $\pm$ 1,3
		10	58,8 $\pm$ 4,2	1,5 $\pm$ 0,8	19,4 $\pm$ 0,9	54,4 <sup>ij</sup> $\pm$ 3,8	61,9 <sup>klm</sup> $\pm$ 4,0
		15	57,4 $\pm$ 3,7	3,2 $\pm$ 1,0	23,6 $\pm$ 0,6	51,2 <sup>hi</sup> $\pm$ 3,5	62,2 <sup>lm</sup> $\pm$ 3,2
		20	51,9 $\pm$ 3,5	4,9 $\pm$ 0,9	24,0 $\pm$ 0,4	46,0 <sup>defg</sup> $\pm$ 3,0	57,4 <sup>ij</sup> $\pm$ 3,2
		25	56,9 $\pm$ 2,6	4,3 $\pm$ 0,7	27,1 $\pm$ 0,2	48,9 <sup>gh</sup> $\pm$ 2,3	63,2 <sup>m</sup> $\pm$ 2,2
		30	51,6 $\pm$ 3,0	6,2 $\pm$ 0,7	27,7 $\pm$ 0,8	43,9 <sup>def</sup> $\pm$ 2,3	58,9 <sup>jkl</sup> $\pm$ 2,9

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

Quadro B2 Resultados médios ( $\pm$  DP) para o parâmetro CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , WI e TCD) para as amostras de pêra e pêra em mistura com cenoura.

Id._Am	Constituição Percentual	Tempo de armazenagem (min)					
			$L^*$	$a^*$	$b^*$	WI	TCD
P	P <sub>100%</sub>	0	64,1 $\pm$ 1,4	-1,8 $\pm$ 0,0	9,3 $\pm$ 0,4	62,9 <sup>h</sup> $\pm$ 1,3	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	53,0 $\pm$ 1,2	2,1 $\pm$ 0,1	13,4 $\pm$ 1,4	51,1 <sup>g</sup> $\pm$ 0,8	54,8 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,5
		10	48,8 $\pm$ 1,6	4,1 $\pm$ 0,2	15,9 $\pm$ 1,5	46,2 <sup>f</sup> $\pm$ 1,2	51,5 <sup>b</sup> $\pm$ 2,0
		15	47,1 $\pm$ 0,9	5,3 $\pm$ 0,3	16,7 $\pm$ 1,2	44,3 <sup>ef</sup> $\pm$ 1,0	50,3 <sup>b</sup> $\pm$ 0,9
		20	47,1 $\pm$ 0,7	5,6 $\pm$ 0,6	17,2 $\pm$ 2,5	44,1 <sup>ef</sup> $\pm$ 1,0	50,5 <sup>b</sup> $\pm$ 1,2
		25	46,7 $\pm$ 2,8	6,3 $\pm$ 0,4	19,1 $\pm$ 2,2	43,0 <sup>e</sup> $\pm$ 2,0	50,9 <sup>b</sup> $\pm$ 3,3
		30	47,4 $\pm$ 3,2	6,4 $\pm$ 0,4	20,4 $\pm$ 2,4	43,2 <sup>e</sup> $\pm$ 2,3	52,0 <sup>b</sup> $\pm$ 3,8
P:M:C <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _C <sub>14,3%</sub>	0	55,1 $\pm$ 3,3	14,4 $\pm$ 1,0	36,8 $\pm$ 2,1	40,1 <sup>d</sup> $\pm$ 1,5	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	48,1 $\pm$ 2,0	14,2 $\pm$ 0,5	32,3 $\pm$ 2,4	37,2 <sup>c</sup> $\pm$ 0,4	59,6 <sup>cd</sup> $\pm$ 3,0
		10	49,6 $\pm$ 5,1	14,8 $\pm$ 1,1	34,7 $\pm$ 2,7	36,9 <sup>c</sup> $\pm$ 2,6	62,3 <sup>d</sup> $\pm$ 5,3
		15	47,7 $\pm$ 4,5	15,2 $\pm$ 0,6	34,0 $\pm$ 3,5	35,6 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,8	60,6 <sup>cd</sup> $\pm$ 5,4
		20	49,4 $\pm$ 3,3	16,3 $\pm$ 0,1	37,0 $\pm$ 3,2	35,1 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,8	63,8 <sup>d</sup> $\pm$ 4,4
		25	43,1 $\pm$ 1,6	15,3 $\pm$ 1,3	29,7 $\pm$ 2,3	33,9 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,4	54,6 <sup>bc</sup> $\pm$ 2,8
		30	45,6 $\pm$ 1,4	16,9 $\pm$ 0,5	33,7 $\pm$ 1,9	33,8 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,2	59,1 <sup>cd</sup> $\pm$ 2,3
P:M:C <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _C <sub>28,6%</sub>	0	52,0 $\pm$ 1,0	19,3 $\pm$ 0,5	40,8 $\pm$ 1,6	34,1 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,4	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	49,2 $\pm$ 0,7	18,5 $\pm$ 0,3	38,6 $\pm$ 0,8	33,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	65,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,9
		10	49,0 $\pm$ 1,5	18,6 $\pm$ 0,9	38,9 $\pm$ 2,4	33,2 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,7	65,3 <sup>d</sup> $\pm$ 2,7
		15	47,2 $\pm$ 1,4	17,9 $\pm$ 1,0	36,9 $\pm$ 2,0	33,1 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	62,5 <sup>d</sup> $\pm$ 2,5
		20	47,0 $\pm$ 1,0	18,5 $\pm$ 0,7	37,3 $\pm$ 1,5	32,6 <sup>a</sup> $\pm$ 0,5	62,8 <sup>d</sup> $\pm$ 1,7
		25	47,1 $\pm$ 2,3	18,0 $\pm$ 0,8	37,0 $\pm$ 3,3	32,9 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,4	62,5 <sup>d</sup> $\pm$ 3,9
		30	46,8 $\pm$ 2,9	17,6 $\pm$ 1,7	36,3 $\pm$ 4,2	33,1 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,6	61,8 <sup>d</sup> $\pm$ 5,1

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

Quadro B3 Resultados médios ( $\pm$  DP) para o parâmetro CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , WI e TCD) para as amostras de pêra e pêra em mistura com ananás.

Id._Am	Constituição Percentual	Tempo de armazenagem (min)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	WI	TCD
P	P <sub>100%</sub>	0	64,1 $\pm$ 1,4	-1,8 $\pm$ 0,0	9,3 $\pm$ 0,4	62,9 <sup>gh</sup> $\pm$ 1,3	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	53,0 $\pm$ 1,2	2,1 $\pm$ 0,1	13,4 $\pm$ 1,4	51,1 <sup>b</sup> $\pm$ 0,8	54,8 <sup>c</sup> $\pm$ 1,5
		10	48,8 $\pm$ 1,6	4,1 $\pm$ 0,2	15,9 $\pm$ 1,5	46,2 <sup>a</sup> $\pm$ 1,2	51,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 2,0
		15	47,1 $\pm$ 0,9	5,3 $\pm$ 0,3	16,7 $\pm$ 1,2	44,3 <sup>a</sup> $\pm$ 1,0	50,3 <sup>b</sup> $\pm$ 0,9
		20	47,1 $\pm$ 0,7	5,6 $\pm$ 0,6	17,2 $\pm$ 2,5	44,1 <sup>a</sup> $\pm$ 1,0	50,5 <sup>b</sup> $\pm$ 1,2
		25	46,7 $\pm$ 2,8	6,3 $\pm$ 0,4	19,1 $\pm$ 2,2	43,0 <sup>a</sup> $\pm$ 2,0	50,9 <sup>b</sup> $\pm$ 3,3
		30	47,4 $\pm$ 3,2	6,4 $\pm$ 0,4	20,4 $\pm$ 2,4	43,2 <sup>a</sup> $\pm$ 2,3	52,0 <sup>bc</sup> $\pm$ 3,8
P:M:A <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _A <sub>28,6%</sub>	0	77,0 $\pm$ 0,8	-4,6 $\pm$ 0,1	22,2 $\pm$ 0,5	67,7 <sup>j</sup> $\pm$ 0,7	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	71,9 $\pm$ 0,8	-4,9 $\pm$ 0,2	22,3 $\pm$ 1,6	63,8 <sup>hi</sup> $\pm$ 1,4	75,4 <sup>g</sup> $\pm$ 0,6
		10	68,9 $\pm$ 1,0	-4,9 $\pm$ 0,1	22,7 $\pm$ 0,9	61,2 <sup>fgh</sup> $\pm$ 1,2	72,7 <sup>efg</sup> $\pm$ 0,7
		15	67,7 $\pm$ 0,8	-4,8 $\pm$ 0,2	23,6 $\pm$ 0,9	59,7 <sup>defg</sup> $\pm$ 0,8	71,8 <sup>def</sup> $\pm$ 0,8
		20	66,9 $\pm$ 1,6	-4,7 $\pm$ 0,2	23,8 $\pm$ 0,9	59,0 <sup>cdef</sup> $\pm$ 1,4	71,2 <sup>def</sup> $\pm$ 1,5
		25	66,5 $\pm$ 0,7	-2,5 $\pm$ 3,5	23,8 $\pm$ 0,5	58,7 <sup>cdef</sup> $\pm$ 0,8	70,7 <sup>def</sup> $\pm$ 0,5
		30	65,0 $\pm$ 1,6	-2,9 $\pm$ 0,2	23,4 $\pm$ 0,9	57,7 <sup>cdef</sup> $\pm$ 1,6	69,1 <sup>de</sup> $\pm$ 1,4
P:A	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub>	0	75,7 $\pm$ 0,7	-4,5 $\pm$ 0,1	22,0 $\pm$ 1,6	66,9 <sup>j</sup> $\pm$ 1,4	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	69,4 $\pm$ 1,7	-5,2 $\pm$ 0,3	24,8 $\pm$ 1,9	60,3 <sup>efgh</sup> $\pm$ 2,4	73,9 <sup>fg</sup> $\pm$ 1,2
		10	66,1 $\pm$ 1,6	-5,2 $\pm$ 0,1	26,7 $\pm$ 1,1	56,5 <sup>cd</sup> $\pm$ 1,3	71,5 <sup>def</sup> $\pm$ 1,6
		15	65,7 $\pm$ 1,3	-5,1 $\pm$ 0,3	24,9 $\pm$ 2,0	57,3 <sup>cde</sup> $\pm$ 2,0	70,5 <sup>def</sup> $\pm$ 1,0
		20	64,5 $\pm$ 2,0	-5,2 $\pm$ 0,1	25,3 $\pm$ 1,7	56,1 <sup>cd</sup> $\pm$ 2,5	69,6 <sup>de</sup> $\pm$ 1,3
		25	64,6 $\pm$ 1,3	-5,5 $\pm$ 0,1	26,5 $\pm$ 0,4	55,5 <sup>c</sup> $\pm$ 1,1	70,1 <sup>de</sup> $\pm$ 1,2
		30	64,6 $\pm$ 0,9	-5,2 $\pm$ 0,2	23,5 $\pm$ 3,6	57,1 <sup>cde</sup> $\pm$ 1,8	69,0 <sup>d</sup> $\pm$ 1,6

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

Quadro B4 Resultados médios ( $\pm$  DP) para o parâmetro CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , WI e TCD) para as amostras de pêra e pêra em mistura com beterraba.

Id._Am.	Constituição Percentual	Tempo de armazenagem (min)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	WI	TCD
P	P <sub>100%</sub>	0	64,1 $\pm$ 1,4	-1,8 $\pm$ 0,0	9,3 $\pm$ 0,4	62,9 <sup>d</sup> $\pm$ 1,3	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	53,0 $\pm$ 1,2	2,1 $\pm$ 0,1	13,4 $\pm$ 1,4	51,1 <sup>c</sup> $\pm$ 0,8	54,8 <sup>c</sup> $\pm$ 1,5
		10	48,8 $\pm$ 1,6	4,1 $\pm$ 0,2	15,9 $\pm$ 1,5	46,2 <sup>b</sup> $\pm$ 1,2	51,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 2,0
		15	47,1 $\pm$ 0,9	5,3 $\pm$ 0,3	16,7 $\pm$ 1,2	44,3 <sup>b</sup> $\pm$ 1,0	50,3 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,9
		20	47,1 $\pm$ 0,7	5,6 $\pm$ 0,6	17,2 $\pm$ 2,5	44,1 <sup>b</sup> $\pm$ 1,0	50,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,2
		25	46,7 $\pm$ 2,8	6,3 $\pm$ 0,4	19,1 $\pm$ 2,2	43,0 <sup>b</sup> $\pm$ 2,0	50,9 <sup>bc</sup> $\pm$ 3,3
		30	47,4 $\pm$ 3,2	6,4 $\pm$ 0,4	20,4 $\pm$ 2,4	43,2 <sup>b</sup> $\pm$ 2,3	52,0 <sup>bc</sup> $\pm$ 3,8
P:M:B <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _B <sub>14,3%</sub>	0	29,7 $\pm$ 1,4	36,3 $\pm$ 1,6	17,5 $\pm$ 0,8	19,0 <sup>a</sup> $\pm$ 2,0	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
		5	29,4 $\pm$ 2,0	35,4 $\pm$ 1,3	16,4 $\pm$ 0,6	19,3 <sup>a</sup> $\pm$ 2,2	48,9 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,1
		10	28,7 $\pm$ 2,3	36,1 $\pm$ 0,6	16,1 $\pm$ 0,9	18,4 <sup>a</sup> $\pm$ 1,8	48,9 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,8
		15	28,4 $\pm$ 2,3	38,2 $\pm$ 2,8	16,9 $\pm$ 2,4	17,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	50,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 4,2
		20	28,1 $\pm$ 1,3	37,8 $\pm$ 3,2	16,4 $\pm$ 2,6	17,0 <sup>a</sup> $\pm$ 1,0	49,9 <sup>bc</sup> $\pm$ 4,0
		25	27,6 $\pm$ 2,8	37,8 $\pm$ 3,0	16,3 $\pm$ 3,2	16,6 <sup>a</sup> $\pm$ 1,3	49,6 <sup>bc</sup> $\pm$ 4,8
		30	27,4 $\pm$ 2,0	34,6 $\pm$ 3,6	13,8 $\pm$ 2,4	18,3 <sup>a</sup> $\pm$ 2,1	46,3 <sup>a</sup> $\pm$ 4,0

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

Quadro B5 Resultados médios ( $\pm$  DP) para o parâmetro CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , WI e TCD) para as amostras de pêra e pêra em mistura com abóbora.

Id._Am.	Constituição Percentual	Tempo de armazenagem (min)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	WI	TCD
P	$P_{100\%}$	0	$64,1 \pm 1,4$	$-1,8 \pm 0,0$	$9,3 \pm 0,4$	$62,9^0 \pm 1,3$	$0,0^a \pm 0,0$
		5	$53,0 \pm 1,2$	$2,1 \pm 0,1$	$13,4 \pm 1,4$	$51,1^n \pm 0,8$	$54,8^{defg} \pm 1,5$
		10	$48,8 \pm 1,6$	$4,1 \pm 0,2$	$15,9 \pm 1,5$	$46,2^m \pm 1,2$	$51,5^{bcde} \pm 2,0$
		15	$47,1 \pm 0,9$	$5,3 \pm 0,3$	$16,7 \pm 1,2$	$44,3^{kl} \pm 1,0$	$50,3^{bcd} \pm 0,9$
		20	$47,1 \pm 0,7$	$5,6 \pm 0,6$	$17,2 \pm 2,5$	$44,1^{kl} \pm 1,0$	$50,5^{bcde} \pm 1,2$
		25	$46,7 \pm 2,8$	$6,3 \pm 0,4$	$19,1 \pm 2,2$	$43,0^k \pm 2,0$	$50,9^{bcde} \pm 3,3$
		30	$47,4 \pm 3,2$	$6,4 \pm 0,4$	$20,4 \pm 2,4$	$43,2^{kl} \pm 2,3$	$52,0^{bcde} \pm 3,8$
P:M:Ab <sub>1</sub>	$P_{47,1\%}_M_{47,1\%}_Ab_{5,8\%}$	0	$54,0 \pm 0,9$	$7,3 \pm 0,2$	$29,6 \pm 0,3$	$44,8^{lm} \pm 0,8$	$0,0^a \pm 0,0$
		5	$44,1 \pm 1,0$	$9,6 \pm 0,4$	$26,5 \pm 1,3$	$37,4^{ij} \pm 0,3$	$52,4^{bcde} \pm 1,5$
		10	$41,7 \pm 0,8$	$10,2 \pm 0,5$	$24,6 \pm 1,2$	$35,9^{hi} \pm 0,6$	$49,5^{bc} \pm 1,2$
		15	$44,4 \pm 3,4$	$10,9 \pm 0,3$	$29,6 \pm 3,8$	$35,9^{hi} \pm 1,3$	$54,5^{def} \pm 4,7$
		20	$42,4 \pm 1,9$	$11,3 \pm 0,5$	$28,0 \pm 2,3$	$34,9^{gh} \pm 1,0$	$52,1^{bcde} \pm 2,7$
		25	$40,0 \pm 2,1$	$11,5 \pm 0,3$	$25,9 \pm 2,3$	$33,6^{defg} \pm 0,9$	$49,0^b \pm 3,0$
		30	$43,7 \pm 5,1$	$11,2 \pm 0,6$	$29,7 \pm 4,6$	$35,2^{gh} \pm 2,5$	$54,1^{cdef} \pm 6,6$
P:M:Ab <sub>2</sub>	$P_{57,1\%}_M_{28,6\%}_Ab_{14,3\%}$	0	$54,0 \pm 1,0$	$13,7 \pm 0,2$	$39,1 \pm 0,9$	$38,1^j \pm 0,3$	$0,0^a \pm 0,0$
		5	$49,5 \pm 3,9$	$13,9 \pm 1,0$	$37,2 \pm 4,3$	$35,5^h \pm 0,8$	$63,4^{hi} \pm 5,6$
		10	$45,1 \pm 2,1$	$14,2 \pm 0,9$	$32,9 \pm 2,7$	$34,3^{efgh} \pm 0,3$	$57,6^{fg} \pm 3,4$
		15	$46,5 \pm 3,7$	$14,8 \pm 1,2$	$33,4 \pm 6,7$	$34,9^{fgh} \pm 2,0$	$59,3^{gh} \pm 6,7$
		20	$50,3 \pm 3,9$	$14,7 \pm 0,3$	$38,4 \pm 3,5$	$35,3^{gh} \pm 1,0$	$65,0^{ijk} \pm 5,1$
		25	$42,9 \pm 3,9$	$14,9 \pm 1,9$	$31,3 \pm 5,2$	$32,9^{de} \pm 0,6$	$55,2^{efg} \pm 6,4$
		30	$49,6 \pm 6,3$	$14,8 \pm 1,8$	$37,4 \pm 5,0$	$35,1^{gh} \pm 3,0$	$63,9^{hij} \pm 7,5$
P:M:Ab <sub>3</sub>	$P_{57,1\%}_M_{14,3\%}_Ab_{28,6\%}$	0	$55,6 \pm 2,2$	$20,0 \pm 0,5$	$46,2 \pm 2,7$	$32,8^{de} \pm 0,7$	$0,0^a \pm 0,0$
		5	$51,4 \pm 2,3$	$18,9 \pm 0,5$	$42,2 \pm 2,9$	$32,8^{de} \pm 0,4$	$69,2^{klm} \pm 3,6$
		10	$52,1 \pm 2,3$	$24,2 \pm 11,4$	$42,8 \pm 2,7$	$30,6^{ab} \pm 4,5$	$72,3^m \pm 5,5$
		15	$52,1 \pm 1,5$	$19,3 \pm 0,3$	$43,4 \pm 1,9$	$32,5^{cd} \pm 0,4$	$70,5^{lm} \pm 2,3$
		20	$50,9 \pm 3,1$	$19,0 \pm 0,9$	$42,2 \pm 4,4$	$32,4^{cd} \pm 0,8$	$68,8^{klm} \pm 5,1$
		25	$50,5 \pm 3,7$	$18,9 \pm 0,6$	$42,0 \pm 4,0$	$32,2^{bcd} \pm 0,3$	$68,3^{klm} \pm 5,3$
		30	$50,5 \pm 6,5$	$18,1 \pm 0,3$	$40,4 \pm 5,7$	$33,2^{def} \pm 1,3$	$67,2^{ijkl} \pm 8,3$
P:Ab	$P_{50\%}_Ab_{50\%}$	0	$52,1 \pm 0,6$	$22,4 \pm 0,5$	$46,7 \pm 0,7$	$29,5^a \pm 0,6$	$0,0^a \pm 0,0$
		5	$49,3 \pm 0,5$	$20,9 \pm 0,5$	$44,1 \pm 1,2$	$29,6^a \pm 0,9$	$69,4^{klm} \pm 1,0$
		10	$48,9 \pm 0,3$	$20,1 \pm 0,2$	$43,1 \pm 0,4$	$30,3^a \pm 0,4$	$68,2^{ijklm} \pm 0,4$
		15	$48,1 \pm 0,6$	$19,6 \pm 0,3$	$42,3 \pm 0,3$	$30,3^a \pm 0,6$	$67,0^{ijkl} \pm 0,4$
		20	$47,9 \pm 0,7$	$19,3 \pm 0,8$	$41,3 \pm 2,2$	$30,8^{abc} \pm 1,0$	$66,1^{ijkl} \pm 2,0$
		25	$47,2 \pm 0,6$	$19,1 \pm 0,2$	$41,3 \pm 0,8$	$30,3^a \pm 0,3$	$65,6^{ijk} \pm 0,9$
		30	$46,9 \pm 0,4$	$19,1 \pm 0,5$	$40,9 \pm 1,3$	$30,3^a \pm 0,6$	$65,1^{ijk} \pm 1,2$

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .



## Anexo 6 Resultados do ensaio de avaliação da estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial durante a armazenagem (ponto 3.2.4)

Quadro C1 Resultados médios ( $\pm$  DP) do parâmetro Cor CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $W_i$  e  $^{\circ}h$ ) das 13 polpas, logo após processamento e ao fim de 7 dias de armazenagem. (Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .)

Id._Am.	Constituição Percentual	Tempo de Armazenagem (Dias)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$^{\circ}h$	$W_i$
P	$P_{100\%}$	0	$42,0 \pm 3,0$	$6,7 \pm 0,4$	$17,0 \pm 2,3$	$68,4^{jk} \pm 3,0$	$39,1^{ij} \pm 2,3$
		7	$40,9 \pm 2,2$	$8,6 \pm 0,3$	$21,4 \pm 1,9$	$67,9^{ijk} \pm 2,2$	$36,5^{fghi} \pm 1,4$
P:M <sub>1</sub>	$P_{50\%\_M_{50\%}}$	0	$41,0 \pm 2,9$	$8,9 \pm 0,5$	$23,7 \pm 4,1$	$69,1^{jkl} \pm 2,6$	$35,6^{efghi} \pm 1,2$
		7	$34,9 \pm 1,2$	$8,9 \pm 0,8$	$18,8 \pm 2,1$	$64,7^{gh} \pm 0,7$	$31,6^{cde} \pm 0,6$
P:M <sub>2</sub>	$P_{66,7\%\_M_{33,3\%}}$	0	$44,8 \pm 3,5$	$8,6 \pm 0,5$	$25,5 \pm 2,9$	$71,3^l \pm 2,9$	$38,4^{hij} \pm 2,1$
		7	$41,2 \pm 3,0$	$10,1 \pm 0,5$	$26,8 \pm 3,0$	$69,2^{kl} \pm 2,8$	$34,5^{defgh} \pm 1,6$
P:M <sub>3</sub>	$P_{80\%\_M_{20\%}}$	0	$43,0 \pm 2,9$	$8,2 \pm 0,4$	$22,3 \pm 3,3$	$69,5^{kl} \pm 2,8$	$38,2^{ghij} \pm 1,6$
		7	$35,1 \pm 1,5$	$8,6 \pm 1,0$	$16,0 \pm 3,2$	$61,5^{cdef} \pm 1,9$	$32,5^{def} \pm 0,7$
P:M:C <sub>2</sub>	$P_{57,1\%\_M_{28,6\%\_C_{14,3\%}}$	0	$52,8 \pm 4,9$	$13,3 \pm 1,1$	$37,3 \pm 2,4$	$70,3^{kl} \pm 2,5$	$38,2^{ghij} \pm 2,7$
		7	$37,6 \pm 0,4$	$12,7 \pm 0,8$	$22,6 \pm 1,0$	$60,7^{cd} \pm 0,6$	$32,4^{def} \pm 0,2$
P:M:C <sub>3</sub>	$P_{57,1\%\_M_{14,3\%\_C_{28,6\%}}$	0	$45,1 \pm 2,8$	$16,9 \pm 1,1$	$34,3 \pm 3,8$	$63,7^{efgh} \pm 0,9$	$33,0^{def} \pm 0,4$
		7	$40,4 \pm 0,7$	$15,8 \pm 0,7$	$26,3 \pm 0,9$	$59,0^c \pm 0,4$	$33,0^{def} \pm 0,3$
P:M:A <sub>3</sub>	$P_{57,1\%\_M_{14,3\%\_A_{28,6\%}}$	0	$57,5 \pm 2,4$	$2,1 \pm 0,5$	$21,5 \pm 0,8$	$84,5^n \pm 1,5$	$52,3^k \pm 1,8$
		7	$41,2 \pm 0,7$	$8,3 \pm 0,6$	$18,0 \pm 1,9$	$65,1^{ghi} \pm 0,7$	$37,9^{ghij} \pm 0,7$
P:A	$P_{50\%\_A_{50\%}}$	0	$64,9 \pm 2,4$	$-5,5 \pm 0,3$	$22,7 \pm 0,6$	$103,5^o \pm 0,4$	$57,8^l \pm 1,9$
		7	$44,0 \pm 1,6$	$3,9 \pm 0,2$	$16,5 \pm 1,0$	$76,5^m \pm 1,3$	$41,5^l \pm 1,3$
P:M:B <sub>2</sub>	$P_{57,1\%\_M_{28,6\%\_B_{14,3\%}}$	0	$25,5 \pm 2,1$	$28,5 \pm 2,4$	$8,8 \pm 1,0$	$17,1^a \pm 0,6$	$19,8^a \pm 2,8$
		7	$24,8 \pm 0,9$	$20,7 \pm 0,6$	$8,8 \pm 0,2$	$23,1^b \pm 0,5$	$21,5^a \pm 1,0$
P:M:Ab <sub>1</sub>	$P_{47,1\%\_M_{47,1\%\_Ab_{5,8\%}}$	0	$40,9 \pm 1,4$	$11,9 \pm 0,4$	$27,0 \pm 1,9$	$66,3^{hij} \pm 0,9$	$33,9^{defg} \pm 0,6$
		7	$35,7 \pm 1,0$	$12,3 \pm 0,5$	$22,4 \pm 1,1$	$61,2^{cde} \pm 0,2$	$30,8^{bcd} \pm 0,6$
P:M:Ab <sub>2</sub>	$P_{57,1\%\_M_{28,6\%\_Ab_{14,3\%}}$	0	$40,9 \pm 0,4$	$11,1 \pm 2,0$	$38,1 \pm 25,5$	$69,6^{kl} \pm 8,5$	$26,7^b \pm 16,3$
		7	$35,5 \pm 0,3$	$10,5 \pm 0,5$	$20,6 \pm 0,7$	$62,9^{defg} \pm 0,5$	$31,4^{cde} \pm 0,6$
P:M:Ab <sub>3</sub>	$P_{57,1\%\_M_{14,3\%\_Ab_{28,6\%}}$	0	$45,00,6$	$15,5 \pm 0,5$	$33,1 \pm 1,1$	$65,0^{gh} \pm 0,2$	$34,0^{defg} \pm 0,9$
		7	$38,0 \pm 0,1$	$13,2 \pm 0,4$	$25,8 \pm 0,5$	$62,8^{defg} \pm 0,5$	$31,6^{cde} \pm 0,2$
P:Ab	$P_{50\%\_Ab_{50\%}}$	0	$51,8 \pm 1,4$	$23,6 \pm 0,8$	$48,8 \pm 2,5$	$64,2^{fgh} \pm 0,4$	$27,4^{bc} \pm 1,0$
		7	$42,4 \pm 0,6$	$17,9 \pm 0,6$	$33,3 \pm 0,5$	$61,7^{cdef} \pm 0,5$	$31,0^{cd} \pm 0,1$

Quadro C2 Resultados médios ( $\pm$  DP) dos parâmetro pH, TSS, CFT, Índice de Consistência (k), Índice de Escoamento (n) e Micro.30 (Log10 UFC/g) das 13 polpas, logo após processamento e ao fim de 7 dias de armazenagem. (Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .)

Id._Am.	Constituição Percentual	Tempo de Armazenagem (Dias)	pH	TSS	CFT mgEAC/100g	k (Pa.s^n)	n	Log (UFC/g)
P	P <sub>100%</sub>	0	4,6 <sup>j</sup> $\pm$ 0,0	11,5 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,3	54,4 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,7	5,8 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	0,43 <sup>l</sup> $\pm$ 0,00	5,0 <sup>k</sup> $\pm$ 0,1
		7	4,5 <sup>j</sup> $\pm$ 0,0	10,7 <sup>bcd</sup> $\pm$ 1,1	50,1 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,1	7,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,4	0,36 <sup>k</sup> $\pm$ 0,05	7,0 <sup>o</sup> $\pm$ 0,1
P:M <sub>1</sub>	P <sub>50%</sub> _M <sub>50%</sub>	0	4,1 <sup>c</sup> $\pm$ 0,0	12,7 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1	69,1 <sup>gh</sup> $\pm$ 2,5	9,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,2	0,21 <sup>d</sup> $\pm$ 0,02	3,7 <sup>b</sup> $\pm$ 0,1
		7	4,1 <sup>c</sup> $\pm$ 0,0	12,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1	99,4 <sup>l</sup> $\pm$ 2,5	18,4 <sup>m</sup> $\pm$ 0,4	0,24 <sup>def</sup> $\pm$ 0,01	4,7 <sup>j</sup> $\pm$ 0,1
P:M <sub>2</sub>	P <sub>66,7%</sub> _M <sub>33,3%</sub>	0	4,2 <sup>def</sup> $\pm$ 0,0	12,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1	63,4 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,5	15,6 <sup>k</sup> $\pm$ 0,3	0,22 <sup>de</sup> $\pm$ 0,01	4,1 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,1
		7	4,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,0	12,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,4	57,6 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,8	17,5 <sup>l</sup> $\pm$ 0,1	0,15 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,02	5,0 <sup>k</sup> $\pm$ 0,1
P:M <sub>3</sub>	P <sub>80%</sub> _M <sub>20%</sub>	0	4,3 <sup>f</sup> $\pm$ 0,0	12,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,3	54,8 <sup>bc</sup> $\pm$ 3,8	11,2 <sup>f</sup> $\pm$ 0,1	0,31 <sup>ij</sup> $\pm$ 0,02	4,3 <sup>gh</sup> $\pm$ 0,1
		7	4,2 <sup>de</sup> $\pm$ 0,0	12,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1	45,5 <sup>a</sup> $\pm$ 1,4	11,2 <sup>f</sup> $\pm$ 0,0	0,36 <sup>k</sup> $\pm$ 0,00	4,2 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,1
P:M:C <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _C <sub>14,3%</sub>	0	4,4 <sup>i</sup> $\pm$ 0,0	11,5 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,1	65,9 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,9	9,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,1	0,43 <sup>l</sup> $\pm$ 0,02	3,8 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,1
		7	4,4 <sup>hi</sup> $\pm$ 0,0	11,6 <sup>g</sup> $\pm$ 0,1	56,9 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,7	23,4 <sup>p</sup> $\pm$ 0,2	0,13 <sup>b</sup> $\pm$ 0,01	4,7 <sup>j</sup> $\pm$ 0,1
P:M:C <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _C <sub>28,6%</sub>	0	4,9 <sup>l</sup> $\pm$ 0,0	10,8 <sup>cde</sup> $\pm$ 0,1	71,5 <sup>h</sup> $\pm$ 1,1	18,3 <sup>m</sup> $\pm$ 0,1	0,26 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,03	4,4 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1
		7	4,9 <sup>l</sup> $\pm$ 0,0	10,7 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,1	57,6 <sup>cd</sup> $\pm$ 1,7	7,1 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	0,29 <sup>hi</sup> $\pm$ 0,02	4,8 <sup>j</sup> $\pm$ 0,1
P:M:A <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _A <sub>28,6%</sub>	0	3,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	12,6 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1	87,9 <sup>j</sup> $\pm$ 1,5	14,8 <sup>j</sup> $\pm$ 0,2	0,04 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	3,9 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,1
		7	3,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	12,6 <sup>h</sup> $\pm$ 0,4	77,4 <sup>i</sup> $\pm$ 1,7	18,4 <sup>m</sup> $\pm$ 0,2	0,01 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	4,1 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,1
P:A	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub>	0	3,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	11,7 <sup>g</sup> $\pm$ 0,1	117,0 <sup>m</sup> $\pm$ 0,7	10,7 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,2	0,03 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	4,4 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1
		7	3,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	12,3 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1	116,8 <sup>m</sup> $\pm$ 0,7	20,3 <sup>o</sup> $\pm$ 0,2	0,04 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	4,3 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1
P:M:B <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _B <sub>14,3%</sub>	0	4,4 <sup>gh</sup> $\pm$ 0,0	10,6 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,1	124,8 <sup>n</sup> $\pm$ 3,2	10,5 <sup>e</sup> $\pm$ 0,1	0,17 <sup>c</sup> $\pm$ 0,01	5,4 <sup>l</sup> $\pm$ 0,1
		7	4,3 <sup>g</sup> $\pm$ 0,0	10,4 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,1	134,6 <sup>o</sup> $\pm$ 0,5	19,0 <sup>n</sup> $\pm$ 0,2	0,25 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,00	6,5 <sup>n</sup> $\pm$ 0,1
P:M:Ab <sub>1</sub>	P <sub>47,1%</sub> _M <sub>47,1%</sub> _Ab <sub>5,8%</sub>	0	4,2 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,0	11,6 <sup>g</sup> $\pm$ 0,0	56,6 <sup>cd</sup> $\pm$ 1,7	14,2 <sup>i</sup> $\pm$ 0,1	0,33 <sup>hij</sup> $\pm$ 0,01	3,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,1
		7	4,2 <sup>def</sup> $\pm$ 0,0	11,7 <sup>g</sup> $\pm$ 0,1	64,4 <sup>efg</sup> $\pm$ 2,1	13,2 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1	0,31 <sup>ij</sup> $\pm$ 0,00	4,5 <sup>i</sup> $\pm$ 0,1
P:M:Ab <sub>2</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>28,6%</sub> _Ab <sub>14,3%</sub>	0	4,4 <sup>i</sup> $\pm$ 0,0	11,1 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,1	60,7 <sup>de</sup> $\pm$ 0,8	15,1 <sup>j</sup> $\pm$ 0,3	0,28 <sup>j</sup> $\pm$ 0,01	4,0 <sup>de</sup> $\pm$ 0,1
		7	4,4 <sup>i</sup> $\pm$ 0,0	11,5 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,3	73,3 <sup>hi</sup> $\pm$ 1,5	12,8 <sup>h</sup> $\pm$ 0,1	0,23 <sup>de</sup> $\pm$ 0,02	3,6 <sup>a</sup> $\pm$ 0,1
P:M:Ab <sub>3</sub>	P <sub>57,1%</sub> _M <sub>14,3%</sub> _Ab <sub>28,6%</sub>	0	4,7 <sup>k</sup> $\pm$ 0,0	10,3 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,1	71,0 <sup>h</sup> $\pm$ 1,9	8,4 <sup>c</sup> $\pm$ 0,2	0,30 <sup>gh</sup> $\pm$ 0,03	3,9 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,1
		7	4,7 <sup>k</sup> $\pm$ 0,0	11,0 <sup>de</sup> $\pm$ 0,3	95,9 <sup>kl</sup> $\pm$ 3,3	11,2 <sup>f</sup> $\pm$ 0,1	0,26 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,01	3,6 <sup>a</sup> $\pm$ 0,1
P:Ab	P <sub>50%</sub> _Ab <sub>50%</sub>	0	5,0 <sup>m</sup> $\pm$ 0,0	10,3 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,1	91,2 <sup>jk</sup> $\pm$ 1,8	18,6 <sup>mn</sup> $\pm$ 0,1	0,22 <sup>de</sup> $\pm$ 0,01	3,9 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,1
		7	5,0 <sup>m</sup> $\pm$ 0,0	10,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,2	130,1 <sup>o</sup> $\pm$ 0,5	11,8 <sup>g</sup> $\pm$ 0,0	0,38 <sup>k</sup> $\pm$ 0,01	5,8 <sup>m</sup> $\pm$ 0,1

## Anexo 7 Resultados do ensaio de otimização das polpas (ponto 3.3)

Quadro D1 Resultados médios ( $\pm$  DP) dos parâmetros pH e Cor CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e WI) das diferentes polpas em estudo neste ensaio, logo após processamento e ao fim de 30 minutos. (Nota: No mesmo parâmetro, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .)

Id._Am.	Constituição Percentual	pH		$L^*$		$a^*$		$b^*$		WI	
		0 min	30 min	0 min	30 min	0 min	30 min	0 min	30 min	0 min	30 min
F1_0	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub>	3,9 <sup>k</sup> $\pm$ 0,0	3,9 <sup>l</sup> $\pm$ 0,0	62,8 $\pm$ 3,6	62,4 $\pm$ 1,1	-3,4 $\pm$ 0,5	-4,2 $\pm$ 0,1	10,2 $\pm$ 2,3	16,3 $\pm$ 1,4	61,2 <sup>hi</sup> $\pm$ 2,9	58,8 <sup>h</sup> $\pm$ 1,1
F1_1	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub> _L <sub>1%</sub>	3,8 <sup>hi</sup> $\pm$ 0,0	3,9 <sup>j</sup> $\pm$ 0,0	64,8 $\pm$ 3,4	64,0 $\pm$ 1,4	-3,8 $\pm$ 0,7	-4,9 $\pm$ 0,1	12,0 $\pm$ 3,7	16,4 $\pm$ 1,3	62,4 <sup>i</sup> $\pm$ 2,0	60,1 <sup>hi</sup> $\pm$ 1,5
F1_1,5	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub> _L <sub>1,5%</sub>	3,7 <sup>d</sup> $\pm$ 0,0	3,7 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,0	65,4 $\pm$ 2,4	64,4 $\pm$ 1,2	-4,4 $\pm$ 0,4	-4,8 $\pm$ 0,1	14,9 $\pm$ 2,5	19,8 $\pm$ 0,7	62,0 <sup>i</sup> $\pm$ 1,3	58,9 <sup>h</sup> $\pm$ 1,4
F1_2	P <sub>50%</sub> _A <sub>50%</sub> _L <sub>2%</sub>	3,6 <sup>c</sup> $\pm$ 0,0	3,6 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	62,6 $\pm$ 2,0	63,1 $\pm$ 1,0	-3,7 $\pm$ 0,4	-4,8 $\pm$ 0,2	11,4 $\pm$ 1,6	16,9 $\pm$ 2,0	60,7 <sup>hi</sup> $\pm$ 1,5	59,1 <sup>h</sup> $\pm$ 0,8
F2_0	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub>	4,3 <sup>t</sup> $\pm$ 0,0	4,3 <sup>t</sup> $\pm$ 0,0	26,5 $\pm$ 1,9	24,8 $\pm$ 1,3	35,8 $\pm$ 1,6	34,7 $\pm$ 1,7	8,5 $\pm$ 1,2	8,9 $\pm$ 1,4	17,7 <sup>cde</sup> $\pm$ 1,0	16,7 <sup>abcd</sup> $\pm$ 1,0
F2_1	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub> _L <sub>1%</sub>	4,2 <sup>s</sup> $\pm$ 0,0	4,2 <sup>rs</sup> $\pm$ 0,0	27,2 $\pm$ 1,5	26,6 $\pm$ 2,9	37,9 $\pm$ 2,2	37,0 $\pm$ 2,4	9,2 $\pm$ 1,4	10,0 $\pm$ 1,9	17,4 <sup>bcde</sup> $\pm$ 0,5	17,1 <sup>abcde</sup> $\pm$ 1,3
F2_1,5	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub> _L <sub>1,5%</sub>	4,2 <sup>r</sup> $\pm$ 0,0	4,1 <sup>q</sup> $\pm$ 0,0	26,4 $\pm$ 1,3	28,1 $\pm$ 1,3	35,6 $\pm$ 1,1	38,3 $\pm$ 1,8	6,8 $\pm$ 0,5	9,7 $\pm$ 1,6	17,9 <sup>cdef</sup> $\pm$ 1,6	17,9 <sup>cdef</sup> $\pm$ 1,0
F2_2	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>4%</sub> _L <sub>2%</sub>	4,1 <sup>p</sup> $\pm$ 0,0	4,1 <sup>o</sup> $\pm$ 0,0	25,9 $\pm$ 0,7	26,6 $\pm$ 2,0	34,2 $\pm$ 0,9	37,9 $\pm$ 2,4	5,8 $\pm$ 0,4	9,3 $\pm$ 1,7	18,2 <sup>cdef</sup> $\pm$ 1,0	16,9 <sup>abcd</sup> $\pm$ 1,0
F3_0	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub>	4,2 <sup>rs</sup> $\pm$ 0,0	4,2 <sup>s</sup> $\pm$ 0,0	27,6 $\pm$ 2,2	30,3 $\pm$ 1,4	35,0 $\pm$ 2,4	39,3 $\pm$ 1,0	8,1 $\pm$ 1,9	14,1 $\pm$ 1,1	19,1 <sup>cdefg</sup> $\pm$ 0,8	18,7 <sup>cdef</sup> $\pm$ 0,5
F3_1	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub> _L <sub>1%</sub>	4,0 <sup>o</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>mn</sup> $\pm$ 0,0	30,9 $\pm$ 1,8	29,9 $\pm$ 1,5	39,5 $\pm$ 2,3	39,0 $\pm$ 2,0	11,3 $\pm$ 1,8	11,7 $\pm$ 1,6	19,6 <sup>efg</sup> $\pm$ 0,4	19,0 <sup>cdefg</sup> $\pm$ 0,3
F3_1,5	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub> _L <sub>1,5%</sub>	4,0 <sup>mn</sup> $\pm$ 0,0	4,1 <sup>o</sup> $\pm$ 0,0	32,1 $\pm$ 4,2	30,5 $\pm$ 2,2	39,3 $\pm$ 4,1	39,5 $\pm$ 1,9	11,5 $\pm$ 3,3	13,0 $\pm$ 1,9	20,4 <sup>fg</sup> $\pm$ 1,3	18,9 <sup>cdefg</sup> $\pm$ 0,7
F3_2	P <sub>72%</sub> _M <sub>24%</sub> _B <sub>2%</sub> _Mo <sub>2%</sub> _L <sub>2%</sub>	3,6 <sup>c</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>n</sup> $\pm$ 0,0	32,1 $\pm$ 1,7	36,1 $\pm$ 3,9	41,8 $\pm$ 1,0	42,9 $\pm$ 1,3	13,4 $\pm$ 1,0	15,5 $\pm$ 1,3	19,2 <sup>defg</sup> $\pm$ 0,8	21,4 <sup>g</sup> $\pm$ 2,3
F4_0	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub>	3,9 <sup>l</sup> $\pm$ 0,0	4,0 <sup>m</sup> $\pm$ 0,0	27,0 $\pm$ 1,3	25,6 $\pm$ 1,9	37,6 $\pm$ 1,5	36,2 $\pm$ 3,4	10,3 $\pm$ 1,4	10,0 $\pm$ 2,9	17,2 <sup>bcde</sup> $\pm$ 0,4	16,5 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,4
F4_1	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1%</sub>	3,8 <sup>i</sup> $\pm$ 0,0	3,9 <sup>k</sup> $\pm$ 0,0	24,6 $\pm$ 0,7	23,3 $\pm$ 0,8	33,9 $\pm$ 1,7	31,0 $\pm$ 1,3	8,9 $\pm$ 1,3	7,5 $\pm$ 0,9	16,8 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,5	16,9 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,6
F4_1,5	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1,5%</sub>	3,8 <sup>hi</sup> $\pm$ 0,0	3,8 <sup>hi</sup> $\pm$ 0,0	29,0 $\pm$ 3,5	25,9 $\pm$ 0,7	38,5 $\pm$ 3,3	35,9 $\pm$ 1,2	13,0 $\pm$ 3,1	11,2 $\pm$ 1,1	18,0 <sup>cdef</sup> $\pm$ 1,4	16,9 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,2
F4_2	P <sub>50%</sub> _M <sub>16%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>2%</sub>	3,7 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,0	3,7 <sup>f</sup> $\pm$ 0,0	23,3 $\pm$ 0,3	22,8 $\pm$ 0,5	31,4 $\pm$ 0,7	30,7 $\pm$ 1,0	7,4 $\pm$ 0,4	7,0 $\pm$ 0,6	16,8 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,5	16,6 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,2
F5_0	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub>	3,7 <sup>g</sup> $\pm$ 0,0	3,8 <sup>h</sup> $\pm$ 0,0	21,7 $\pm$ 0,2	19,8 $\pm$ 0,2	31,6 $\pm$ 0,6	28,7 $\pm$ 0,6	9,4 $\pm$ 0,3	7,2 $\pm$ 0,5	15,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,1	14,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,1
F5_1	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1%</sub>	3,6 <sup>c</sup> $\pm$ 0,0	3,7 <sup>de</sup> $\pm$ 0,0	24,7 $\pm$ 0,8	23,3 $\pm$ 0,9	34,7 $\pm$ 1,7	31,4 $\pm$ 1,4	9,6 $\pm$ 1,4	7,6 $\pm$ 1,0	16,5 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,1	16,8 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,4
F5_1,5	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>1,5%</sub>	3,6 <sup>c</sup> $\pm$ 0,0	3,6 <sup>c</sup> $\pm$ 0,0	25,1 $\pm$ 2,5	25,4 $\pm$ 0,8	34,8 $\pm$ 3,9	35,3 $\pm$ 1,6	9,9 $\pm$ 3,2	10,3 $\pm$ 1,5	16,6 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,4	16,8 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,3
F5_2	P <sub>66%</sub> _B <sub>4%</sub> _Mo <sub>30%</sub> _L <sub>2%</sub>	3,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	3,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	24,3 $\pm$ 1,6	23,4 $\pm$ 1,3	33,6 $\pm$ 2,8	32,1 $\pm$ 2,7	9,1 $\pm$ 2,2	8,0 $\pm$ 1,9	16,6 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,2	16,5 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,1

## Anexo 8 Resultados do ensaio de avaliação da estabilidade das polpas seleccionadas durante a armazenagem do produto em refrigeração (5°C).

Quadro E1 Resultados médios ( $\pm$  DP) dos parâmetros pH, CFT, POD, Índice de Consistência (k) e Índice de Escoamento (n) na polpa  $F_1$  e respectivo controlo  $B_1$ , ao longo de 30 dias de armazenagem.

Id._Amostra	Tempo de armazenagem (dias)	pH	CFT (mg EAC/100g)	POD (U/mL)	k (Pa.s^n)	n
$B_1$	0	4,7 <sup>e</sup> $\pm$ 0,0	41,8 <sup>a</sup> $\pm$ 12,9	9,1 <sup>b</sup> $\pm$ 1,1	10,9 <sup>def</sup> $\pm$ 1,6	0,32 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,04
	3	4,7 <sup>e</sup> $\pm$ 0,0	31,7 <sup>a</sup> $\pm$ 14,0	9,5 <sup>b</sup> $\pm$ 0,7	13,2 <sup>f</sup> $\pm$ 0,4	0,32 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,05
	7	4,7 <sup>e</sup> $\pm$ 0,0	48,7 <sup>a</sup> $\pm$ 10,4	15,9 <sup>c</sup> $\pm$ 2,2	12,6 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,7	0,33 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,02
	15	4,7 <sup>e</sup> $\pm$ 0,1	38,6 <sup>a</sup> $\pm$ 11,8	26,5 <sup>de</sup> $\pm$ 2,0	10,3 <sup>bcde</sup> $\pm$ 1,4	0,38 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,05
	30	4,7 <sup>e</sup> $\pm$ 0,0	38,6 <sup>a</sup> $\pm$ 16,8	29,5 <sup>e</sup> $\pm$ 2,0	10,6 <sup>cdef</sup> $\pm$ 1,0	0,38 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,05
$F_1NP$	0	3,8 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,0	110,0 <sup>bc</sup> $\pm$ 9,2	12,4 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,5	10,2 <sup>bcde</sup> $\pm$ 1,3	0,07 <sup>a</sup> $\pm$ 0,05
	3	3,9 <sup>d</sup> $\pm$ 0,1	86,9 <sup>b</sup> $\pm$ 13,7	14,6 <sup>c</sup> $\pm$ 1,2	7,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6	0,08 <sup>a</sup> $\pm$ 0,09
	7	3,8 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0,1	110,5 <sup>c</sup> $\pm$ 14,3	23,6 <sup>d</sup> $\pm$ 3,5	7,1 <sup>a</sup> $\pm$ 0,4	0,11 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,05
	15	3,8 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,0	90,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 10,3	43,7 <sup>f</sup> $\pm$ 5,0	7,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,3	0,10 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,06
	30	3,8 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	90,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 16,8	49,0 <sup>g</sup> $\pm$ 5,0	7,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,0	0,10 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,06
$F_1P$	0	3,8 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,1	135,1 <sup>de</sup> $\pm$ 19,5	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	11,6 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,4	0,07 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03
	3	3,8 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,0	111,9 <sup>cd</sup> $\pm$ 22,5	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	7,9 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,9	0,43 <sup>d</sup> $\pm$ 0,23
	7	3,8 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,0	149,9 <sup>e</sup> $\pm$ 1,8	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	8,0 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,6	0,15 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,05
	15	3,9 <sup>d</sup> $\pm$ 0,0	142,3 <sup>e</sup> $\pm$ 10,1	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	8,4 <sup>abcd</sup> $\pm$ 1,0	0,08 <sup>a</sup> $\pm$ 0,06
	30	3,8 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0,0	135,7 <sup>e</sup> $\pm$ 16,8	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	7,8 <sup>abc</sup> $\pm$ 1,0	0,08 <sup>a</sup> $\pm$ 0,06

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

Quadro E2 Resultados médios ( $\pm$  DP) dos parâmetros pH, CFT, POD, Índice de Consistência (k) e Índice de Escoamento (n) na polpa F<sub>2</sub> e respectivo controlo B<sub>2</sub>, ao longo de 32 dias de armazenagem.

Id._Amostra	Tempo de armazenagem (dias)	pH	CCFT (mgEAC/100g)	POD (U/mL)	k (Pa.s^n)	n
B <sub>2</sub>	0	4,8 <sup>d</sup> $\pm$ 0,0	61,4 <sup>b</sup> $\pm$ 10,2	14,0 <sup>gh</sup> $\pm$ 2,2	8,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,4	0,33 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,07
	4	4,8 <sup>d</sup> $\pm$ 0,0	21,0 <sup>a</sup> $\pm$ 3,7	13,0 <sup>efgh</sup> $\pm$ 0,5	11,1 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,6	0,31 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,05
	7	4,8 <sup>d</sup> $\pm$ 0,0	27,6 <sup>a</sup> $\pm$ 10,3	7,5 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,8	10,8 <sup>ab</sup> $\pm$ 2,0	0,23 <sup>a</sup> $\pm$ 0,07
	19	4,6 <sup>c</sup> $\pm$ 0,2	28,8 <sup>a</sup> $\pm$ 14,0	13,5 <sup>fgh</sup> $\pm$ 2,0	9,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 2,1	0,32 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,11
	32	4,6 <sup>c</sup> $\pm$ 0,1	28,8 <sup>a</sup> $\pm$ 5,4	15,5 <sup>h</sup> $\pm$ 3,9	9,5 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,9	0,32 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,11
F <sub>2</sub> NP	0	3,9 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	266,5 <sup>h</sup> $\pm$ 15,2	9,4 <sup>bcd</sup> $\pm$ 1,0	9,1 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,5	0,46 <sup>b</sup> $\pm$ 0,08
	4	3,9 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	177,0 <sup>f</sup> $\pm$ 3,9	10,6 <sup>cdef</sup> $\pm$ 1,1	12,1 <sup>b</sup> $\pm$ 2,0	0,25 <sup>a</sup> $\pm$ 0,06
	7	3,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	152,7 <sup>c</sup> $\pm$ 3,7	6,3 <sup>b</sup> $\pm$ 0,6	10,8 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,5	0,31 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,01
	19	3,6 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	155,1 <sup>cd</sup> $\pm$ 4,8	10,3 <sup>cde</sup> $\pm$ 1,3	9,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,6	0,37 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,08
	32	3,6 <sup>a</sup> $\pm$ 0,1	149,4 <sup>c</sup> $\pm$ 5,4	12,3 <sup>defg</sup> $\pm$ 2,7	8,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,9	0,37 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,08
F <sub>2</sub> P	0	3,9 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	252,1 <sup>h</sup> $\pm$ 19,2	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	11,1 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,5	0,36 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,01
	4	3,9 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	222,1 <sup>g</sup> $\pm$ 3,7	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	12,3 <sup>b</sup> $\pm$ 0,8	0,38 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,02
	7	3,9 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	168,9 <sup>def</sup> $\pm$ 7,5	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	11,3 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,2	0,27 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,02
	19	3,9 <sup>b</sup> $\pm$ 0,0	171,3 <sup>ef</sup> $\pm$ 2,8	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	11,6 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,3	0,38 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,02
	32	3,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,1	157,1 <sup>cde</sup> $\pm$ 5,4	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0	12,3 <sup>b</sup> $\pm$ 0,9	0,33 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,03

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para p=0,05.

Quadro E3 Resultados médios ( $\pm$  DP) do parâmetro Cor CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e WI) na polpa  $F_1$  e respectivo controlo  $B_1$ , ao longo de 30 dias de armazenagem.

Id._Amostra	Tempo de armazenagem (dias)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	WI
$B_1$	0	$39,9 \pm 2,2$	$8,3 \pm 0,6$	$16,9 \pm 2,4$	$36,9^{ab} \pm 1,5$
	3	$40,7 \pm 11,4$	$6,6 \pm 1,8$	$17,5 \pm 5,1$	$37,3^{ab} \pm 9,5$
	7	$34,9 \pm 3,0$	$7,7 \pm 1,0$	$15,4 \pm 4,4$	$32,5^a \pm 1,7$
	15	$46,6 \pm 7,1$	$5,7 \pm 1,3$	$25,7 \pm 3,9$	$40,2^b \pm 5,0$
	30	$46,6 \pm 3,1$	$5,7 \pm 0,2$	$25,7 \pm 1,2$	$40,2^b \pm 2,5$
$F_1NP$	0	$62,6 \pm 1,3$	$-4,7 \pm 0,6$	$25,3 \pm 0,9$	$54,6^e \pm 1,2$
	3	$48,9 \pm 4,1$	$2,0 \pm 1,2$	$18,2 \pm 1,8$	$45,7^c \pm 3,9$
	7	$48,7 \pm 2,9$	$4,4 \pm 0,5$	$16,2 \pm 2,7$	$46,0^c \pm 2,2$
	15	$48,5 \pm 4,4$	$4,8 \pm 0,7$	$17,4 \pm 1,8$	$45,3^c \pm 3,8$
	30	$48,5 \pm 3,1$	$4,8 \pm 0,2$	$17,4 \pm 1,2$	$45,3^c \pm 2,5$
$F_1P$	0	$55,6 \pm 2,2$	$-4,1 \pm 0,4$	$18,9 \pm 1,4$	$51,5^{de} \pm 2,0$
	3	$52,1 \pm 2,6$	$-4,4 \pm 0,2$	$19,4 \pm 0,9$	$48,1^{cd} \pm 2,2$
	7	$55,5 \pm 3,9$	$-4,3 \pm 0,5$	$18,4 \pm 2,2$	$51,5^{de} \pm 3,0$
	15	$56,0 \pm 6,7$	$-4,0 \pm 0,3$	$19,5 \pm 1,3$	$51,7^{de} \pm 6,3$
	30	$51,8 \pm 3,1$	$-3,2 \pm 0,2$	$17,4 \pm 1,2$	$48,6^{cd} \pm 2,5$

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

Quadro E4 Resultados médios ( $\pm$  DP) do parâmetro Cor CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e WI) na polpa  $F_2$  e respectivo controlo  $B_2$ , ao longo de 32 dias de armazenagem

Id._Amostra	Tempo de armazenagem (dias)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	WI
$B_2$	0	$43,6 \pm 3,7$	$7,3 \pm 0,6$	$20,2 \pm 2,7$	$39,6^d \pm 2,7$
	4	$46,6 \pm 6,8$	$6,4 \pm 1,2$	$23,2 \pm 2,9$	$41,2^d \pm 5,3$
	7	$47,1 \pm 7,4$	$6,6 \pm 1,6$	$24,2 \pm 3,9$	$41,1^d \pm 5,9$
	19	$46,2 \pm 6,3$	$4,9 \pm 1,7$	$25,9 \pm 3,6$	$39,8^d \pm 4,6$
	32	$46,2 \pm 2,2$	$4,9 \pm 2,7$	$25,9 \pm 2,3$	$39,8^d \pm 0,9$
$F_2NP$	0	$25,9 \pm 1,9$	$34,1 \pm 3,3$	$4,9 \pm 2,5$	$18,1^a \pm 0,7$
	4	$28,0 \pm 3,8$	$31,3 \pm 4,0$	$9,0 \pm 4,2$	$20,7^{abc} \pm 1,6$
	7	$27,8 \pm 4,5$	$32,4 \pm 2,8$	$10,4 \pm 3,6$	$20,0^{ab} \pm 2,8$
	19	$25,8 \pm 3,8$	$27,3 \pm 3,2$	$6,5 \pm 4,5$	$20,4^{ab} \pm 2,1$
	32	$25,8 \pm 2,2$	$27,3 \pm 2,7$	$6,5 \pm 2,3$	$20,4^{ab} \pm 0,9$
$F_2P$	0	$30,3 \pm 0,7$	$29,4 \pm 1,2$	$4,6 \pm 0,7$	$24,2^c \pm 0,8$
	4	$32,3 \pm 4,4$	$34,9 \pm 4,0$	$6,7 \pm 3,8$	$23,3^{bc} \pm 2,3$
	7	$32,0 \pm 3,5$	$35,3 \pm 2,8$	$7,1 \pm 3,3$	$22,8^{bc} \pm 1,7$
	19	$27,9 \pm 3,4$	$32,5 \pm 2,5$	$2,3 \pm 2,2$	$20,8^{abc} \pm 2,3$
	32	$30,4 \pm 2,2$	$33,1 \pm 2,7$	$4,1 \pm 2,3$	$22,8^{bc} \pm 0,9$

Nota: Na mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas para  $p=0,05$ .

Quadro E5 Resultados médios ( $\pm$  DP) do parâmetro Micro.30 (Log10 UFC/g) na polpa F<sub>1</sub> e respectivo controle B<sub>1</sub>, ao longo de 30 dias de armazenagem.

Id._Amostra	Tempo de armazenagem (dias)	Log (UFC/g)
B <sub>1</sub>	0	3,7 <sup>b</sup> $\pm$ 0,2
	7	5,5 <sup>de</sup> $\pm$ 0,0
	15	6,5 <sup>fg</sup> $\pm$ 0,0
	30	7,5 <sup>h</sup> $\pm$ 0,0
F <sub>1</sub> NP	0	4,1 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,2
	7	5,0 <sup>cd</sup> $\pm$ 0,3
	15	5,9 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,7
	30	6,9 <sup>gh</sup> $\pm$ 0,7
F <sub>1</sub> P	0	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
	7	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0
	15	0,2 <sup>a</sup> $\pm$ 0,2
	30	0,0 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0

Nota: Letras diferentes representam diferenças significativas para p=0,05.

Quadro E6 Resultados médios ( $\pm$  DP) do parâmetro Micro.30 (Log10 UFC/g) na polpa F<sub>2</sub> e respectivo controle B<sub>2</sub>, ao longo de 32 dias de armazenagem.

Id._Amostra	Tempo de armazenagem (dias)	Log (UFC/g)
B <sub>2</sub>	0	2,9 <sup>b</sup> $\pm$ 0,4
	7	5,0 <sup>c</sup> $\pm$ 0,8
	19	8,3 <sup>de</sup> $\pm$ 0,2
	32	9,3 <sup>e</sup> $\pm$ 0,2
F <sub>2</sub> NP	0	4,5 <sup>c</sup> $\pm$ 0,3
	7	5,9 <sup>c</sup> $\pm$ 0,2
	19	7,8 <sup>d</sup> $\pm$ 0,2
	32	8,8 <sup>de</sup> $\pm$ 0,2
F <sub>2</sub> P	0	0,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6
	7	0,7 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6
	19	0,8 <sup>a</sup> $\pm$ 0,8
	32	0,3 <sup>a</sup> $\pm$ 0,6

Nota: Letras diferentes representam diferenças significativas para p=0,05.